Digitized by Google

5. 5. 421

5 S. 5.

Cl: XI.

Venetiani

C 16

Digitized by Google

ISAACI NEWTONI,
EQUITIS AURATI,
OPUSCULA
MATHEMATICA, PHILOSOPHICA ET PHILOLOGICA.

Collegit partimque Latinè vertit ac recenſuit

JOH. CASTILLIONEUS

JURISCONSULTUS.

TOMUS SECUNDUS

Continens

PHILOSOPHICA.



LAUSANNÆ & GENEVÆ,

Apud MARCUM-MICHAELEM BOUSQUET & Socios.

MDCCXLIV.

Digitized by Google

V I R I S

ILLUSTRISSIMIS, MAGNIFICIS,

AMPLISSIMIS,

REI OECONOMICÆ REGUNDÆ SELECTIS,

SENATORIA DIGNITATE AC MAGISTRATIBUS

IN POTENTISS.

REPUBLICA BERNENSI

CLARISSIMIS

STEMMATE NOBILISSIMIS,

DN. JOANNI ANTONIO KILCHBERGUER,

Provinciæ Germanicæ Quæſtori Integerrimo.

DN. CHRISTOPH. STEIGUER,

Provinciæ Romanæ Quæſtori Integerrimo.

NEC NON

REIP. TRIBUNIS

DN. GEORGIO DE MOURALT,

DN. ANTONIO HACBRETT.

Tom. II. *

Digitized by Google

DN. CHRISTIANO WILLADING,

Equiti Sti. MARCI.

DN. BEATO LUDOVICO BERSETH.

QUOD PATRIAM CONSILIIS TUTENTUR,
Virtutibus ornent, Scientiarum Cultoribus faveant,
præſidio juvent,

Hoc jure optimo debitum

D. D. D.

Devotiſſimus Cultor, addictiſſimus,
obſequentiſſimus Cliens,

J. CASTILLIONEUS,

Collector & Editor.

Digitized by Google

INDEX OPUSCULORUM

Quæ TOMUS SECUNDUS *complectitur*.

OPUSCULUM XVII.

DE MUNDI SYSTEMATE, pag. 1

OPUSCULUM XVIII.

LECTIONES OPTICÆ

PARS PRIOR

De Radiorum Lucis Refractionibus.

SECTIO PRIMA *De Radiorum diverſâ Refrangibilitate*, 75
SECTIO SECUNDA *De Menſurâ Refractionum*, 98
SECTIO TERTIA *De Planorum Refractionibus*, 125
SECTIO QUARTA *De Refractionibus curvarum ſuperficierum*, 161

PARS SECUNDA

De Colorum Origine

SECTIO PRIMA *De Radiorum Lucis Coloribus*, 181
SECTIO SECUNDA *De variis Colorum Phænomenis*, 234

Digitized by Google

OPUSCULUM XIX.

SCRIPTA INSERTA TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS.

Num. 80.

ART. I. *Epiſtola continens* NEWTONI *novam Theoriam* DE LUCE ET COLORIBUS; &c. 279

Num. 81.

ART. II. *Deſcriptio novi cata-dioptrici Teleſcopii inventi ab* ISAACO NEWTONO *Regiæ Societatis Socio, & Mathematum Profeſſore in Univerſitate* Cantabrigienſi, 295

ART. III. *Quod probatur* CHRISTIANO HUGENIO ZULICHEMIO, 299

ART. IV. *Quædam ad idem inſtrumentum pertinentia conſcripta ab* ISAACO NEWTONO, 301

ART. V. *Quædam de Cometâ Anni* 167½, 302

Num. 82.

ART. VI. *Admonitiones* NEWTONI *nonnullæ ad Teleſcopium ſuum pertinentes cum Tabulâ hiatuum ac diametrorum Lentium ocularium pro variis hujus inſtrumenti longitudinibus*, 303

ART. VII. *Reſponſio* NEWTONI *ad acuti cujuſdam* Galli *Philoſophi animadverſiones in novum Teleſcopium*, 306

Num. 83.

ART. VIII. *Pars Epiſtolæ à* BERCÆO *ſcripta de cata-dioptrico Teleſcopio, quod aſſerebatur redditum perfectius à* CASSEGRAINIO, 308

ART. IX. *Obſervationes* NEWTONI *in ſuperiorem* BERCÆI *Epiſtolam*, 309

ART. X. *Proponuntur experimenta quædam pertinentia ad* NEWTONI Theoriam de LUCE *Editam ſub* Num. 80. 312

ART. XI. *Animadverſiones* NEWTONI *in ſuperiùs propoſita experimenta*, 313

Num. 84.

ART. XII. *Animadverſiones* P. PARDIES *Mathematum Profeſſoris in Pariſino Claromontii Collegio, in* ISAACI NEWTONI *Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigienſi* Theoriam de LUCE, 315

ART. XIII.

Digitized by Google

ART. XIII. *Reſponſio* NEWTONI *ad* P. PARDIES, 319

Num. 85.

ART. XIV. NEWTONI *genuina methodus evincendi* Theoriam de LUCE & COLORIBUS, 323

ART. XV. *Secunda* P. PARDIES *litteræ quibus reponitur* NEWTONI *reſponſioni ad primas litteras ipſius* P. PARDIES *editas ſub* Num. 84. 326

ART. XVI. *Secunda* NEWTONI *Reſponſio ad* P. PARDIES, 328

Num. 88.

ART. XVII. *Reſponſio* NEWTONI *ad nonnullas conſiderationes in ſuam* Theoriam de LUCE & COLORIBUS *editam ſub harum Tranſactionum* Num. 80. Art. I. 335

Num. 96.

ART. XVIII. *Summarium Epiſtolæ nuper ſcriptæ* Lutetiæ Pariſiorum *ab Ingenioſo quodam Viro, in quâ continentur animadverſiones nonnullæ in* NEWTONI doctrinam de COLORIBUS, *& in ea, quæ conficiunt inæquales Radiorum Refractiones in Teleſcopiorum vitris,* 359

Num. 97.

ART. XIX. *Excerptum ex Epiſtolâ ab* ISAACO NEWTONO *datâ; in quâ agitur de* COLORUM *numero, de illis omnibus neceſſariò miſcendis, ut Albedo componatur, déque causâ, quâ imago per vitra in obſcuratum Cubiculum intromiſſa tam diſtincta apparet, quamvis Radii inæqualiter refringantur,* 361

ART. XX. *Reſponſio (ad ſuperiorem Epiſtolam) data ab eodem Pariſienſi Philoſopho qui nuper dictus fuerat ſcripſiſſe Epiſtolam jam relatam ſub* Num. 96. Art. XVIII., 366

ART. XXI. NEWTONI *ad ſuperiorem Epiſtolam reſponſio, quâ dilucidiùs explanatur ejuſdem* Theoria de LUCE & COLORIBUS *& præſertim de Albedine; quáque exponitur ſpes perficiendorum Teleſcopiorum ope Reflexionum potiùs quàm Refractionum, quàm adhuc habet,* 367

Digitized by Google

Num. 110.

ART. XXII. FRANCISCI LINI *Epiſtola ad amicum* Londini *degentem, quâ continentur nonnullæ Animadverſiones in* ISAACI NEWTONI Theoriam de LUCE & COLORIBUS *nuper editam in his Tractatibus*, 374

ART. XXIII. *Reſponſio ad ſuperiorem Epiſtolam*, 377

Num. 121.

ART. XXIV. *Epiſtola* FRANCISCI LINI, *quâ reponitur litteris editis ſub* Num. 110. *continentibus reſponſionem ad primam ejuſdem* LINI *Epiſtolam* de ISAACI NEWTONI *Theoria* de LUCE & COLORIBUS, 378

ART. XXV. ISAACI NEWTONI *Conſiderationes in ea, quæ ſuperiùs repoſita fuerunt, unà cum quibuſdam monitis de ratione rectè inſtituendorum experimentorum controverſorum*, 381

ART. XXVI. *Excerptum ex Epiſtolâ* GASCOINII, *in quâ continentur verba nonnulla ſpectantia ad ſequentes* NEWTONI *litteras*, 384

ART. XXVII. *Excerptum ex alterâ Epiſtolâ à* NEWTONO *datâ, ubi de eodem argumento agitur*, 385

Num. 123.

ART. XXVIII. *Peculiaris Reſponſio* ISAACI NEWTONI *ad Epiſtolam* FRANCISCI LINI *editam ſub* Num. 121., ART. XXIV. *De experimento pertinente ad novam* Doctrinam de LUCE & COLORIBUS, 387

Num. 128.

ART. XXIX. *Epiſtola pertinens ad* NEWTONI *experimentum de* Spectro colorato, *& continens nonnullas exceptiones ad ejus* Theoriam de LUCE & COLORIBUS, 394

ART. XXX. NEWTONI *Reſponſio ad ſuperiorem Epiſtolam*, 401

ART. XXXI. NEWTONI *Tabula Refractionum Aeris*, 408

OPUSCULUM XX.

DE NATURA ACIDORUM, 413

OPUSCULUM XXI.

SCALA GRADUUM CALORIS & FRIGORIS, 419

OPUSCU-

Digitized by Google

OPUSCULUM XVII.

DE

MUNDI SYSTEMATE

LIBER

ISAACI NEWTONI.

Opus diu integris ſuis partibus deſideratum.

In uſum Juventutis Academicæ.

Editus LONDINI: An. 1731.

Digitized by Google

Digitized by Google

NEWTONI Princip. Math.
Lib. III. initio.

IN Libris præcedentibus Principia Philoſophiæ tradidi, non tamen philoſophica, ſed mathematica tantùm, ex quibus videlicet in rebus philoſophicis diſputari poſſit. Hæc ſunt, Motuum & Virium, leges & conditiones, quæ ad Philoſophiam maximè ſpectant. Eadem tamen, ne ſterilia videantur, illuſtravi Scholiis quibuſdam philoſophicis; ea tractans, quæ generalia ſunt, & in quibus Philoſophia maximè fundari videtur; uti Corporum denſitatem, & reſiſtentiam; Spatia Corporibus vacua; motumque Lucis, & Sonorum. Supereſt, ut ex iiſdem Principiis doceamus conſtitutionem SYSTEMATIS MUNDANI. *De hoc Argumento compoſueram Librum tertium methodo populari, ut à pluribus legeretur.*

DE

Digitized by Google

DE
MUNDI SYSTEMATE
LIBER.

FIXAS in ſupremis Mundi partibus immotas perſiſtere, & Planetas his inferiores circa Solem revolvi; Terram pariter moveri curſu annuo, diurno verò circa Axem proprium; & Solem, ceu Focum Univerſi, in omnium Centro quieſcere, antiquiſſima fuit philoſophantium ſententia. Sic enim ſenſerant olim PHILOLAUS, ARISTARCHUS *Samius*, PLATO ætate maturiore, *Pythagoreorum* turba, & his antiquior ANAXIMANDER, & *Romanorum* Rex ille ſapientiſſimus NUMA POMPILIUS. Is, in ſymbolum Orbis rotundi & ignis ſolaris in Centro, Templum erexit *Veſtæ*, formâ rotundâ, & ignem perpetuum in medio aſſervari ſanxit. Ab *Ægyptiis* autem, Aſtrorum antiquiſſimis obſervatoribus, propagatam eſſe hanc ſententiam veriſimile eſt. Etenim ab illis, & à Gentibus conterminis, ad *Græcos*, Gentem magis Philologicam, quàm Philoſophicam, Philoſophia omnis antiquior juxta & ſanior manâſſe videtur: & Sacra *Veſtæ* ingenium *Ægyptiorum* ſapiunt, Myſteria captum vulgi ſuperantia ſacris Ritibus, &

Cœlos eſſe fluidos.

Archimedes in Arenario.
Ariſtot. lib. 2. de cœlo.
Plutarch. lib. 3. de placitis Philoſ. & in Numâ.

Digitized by Google

Hieroglyphicis pingentium. Subinde docuerunt Anaxagoras, Democritus, & alii nonnulli, Terram in Centro Mundi immotam ſtare, & Aſtra omnia in occaſum, aliqua celeriùs, alia tardiùs moveri, idque in ſpatiis liberrimis. Namque Orbes ſolidi poſtea ab Eudoxo, Calippo, Aristotele, introducti ſunt; declinante in dies Philoſophiâ primitùs introductâ, & novis *Græcorum* commentis paulatim prævalentibus. Cum his Orbibus malè conſiſtunt Phænomena Cometarum. Hos, inter Corpora cœleſtia à multis olim numeratos, *Chaldæi*, rerum aſtronomicarum peritiſſimi, pro Stellis errantibus habuêre: quaſi ſemel ſingulis revolutionibus, in Orbium valde excentricorum partes infimas deſcendendo, ſe nobis per vices conſpiciendos exhiberent. Eoſdem poſtea, in regiones infra Lunam, neceſſariò detruſit iſta Orbium ſolidorum Hypotheſis; & his iiſdem viciſſim, per nuperas Aſtronomorum obſervationes, in Cœlos Luná ſuperiores reſtitutis, confracti ſunt illi Orbes, & ex æthere deturbati.

Principium motûs circularis in ſpatiis liberis.

Quibus vinculis Antiqui Planetas in ſpatiis liberis retineri, déque curſu rectilineo perpetuò retractos, in orbem regulariter agi docuêre, non conſtat. In hujus rei explicationem Orbes ſolidos excogitatos fuiſſe opinor. Philoſophi recentiores, aut Vortices eſſe volunt, ut Keplerus, & Cartesius; aut aliud aliquod, ſive impulſûs, ſive attractionis principium, ut Borellus, Hookius, & ex noſtratibus alii. Ex motûs lege primâ certiſſimum eſt vim aliquam requiri. Nobis propoſitum eſt quantitatem, & proprietates ipſius eruere, atque effectus in Corporibus movendis inveſtigare mathematicè: proinde, ne ſpeciem ejus hypotheticè determinemus, diximus ipſam, generali nomine, centripetam, quæ tendit in Centrum aliquod; vel etiam, ſumpto nomine de Centro, circumſolarem, quæ tendit in Solem; circumterreſtrem, quæ in Terram; circumjovialem, quæ in Jovem; & ſic in ceteris.

Effectus virium centripetarum.

Viribus centripetis Planetas in orbibus certis retineri poſſe intelligetur ex motibus projectilium. Lapis projectus, urgente gravitate ſuâ, deflectitur de curſu rectilineo, &, curvam Lineam in Aere deſcribendo, tandem cadit in Terram; ſi motu velociore projiciatur, pergit longiùs. Augendo velocitatem, fieri poſſet, ut arcum

deſcri-

Digitized by Google

deſcriberet milliaris unius, duorum, quinque, decem, centum, mille; ac tandem, ut, pergendo ultra terminos Terræ, non amplius in Terram caderet. Deſignent AFB ſuperficiem Terræ, C Centrum ejus, & VD, VE, VF, Lineas curvas, quas projectile de Montis prælalti Vertice V, ſecundum Lineas Horizonti parallelas, auctis cum velocitatis gradibus, ſucceſſivè emiſſum deſcribat. Et, ne Aeris reſiſtentia, quâ motus cœleſtes vix retardantur, in computum veniat, fingamus hunc omnem tolli, vel ſaltem nil reſiſtere. Et eâdem ratione, quâ Corpus velocitate minore deſcribit arcum minorem VD, & majore arcum majorem VE, & auctâ adhuc velocitate pergit longiùs ad F, & longiùs ad G, idem tandem, ſi augeatur ſemper velocitas, ſuperabit totum Telluris ambitum, & redibit ad Montem, unde fuerat projectum. Cumque Area, quam, Radio ad Centrum Terræ ducto, deſcribit, ſit (per Prop. 1. lib. 1. *Princip. Math.*) proportionalis tempori, velocitas ejus in reditu ad Montem non minor erit, quàm ſub initio: ſervatâ autem velocitate poteſt idem ſæpius eâdem lege revolvi. Imaginemur jam Corpora de regionibus altioribus ſecundùm Lineas horizontales projici, puta, de locis milliaria quinque, decem, centum, mille, vel plura, totidemve Telluris ſemidiametros, altis; & pro variâ Corporum velocitate, & vi gravitatis in ſingulis regionibus exercitâ, deſcribentur arcus, Telluri vel concentrici, vel variè excentrici; inque his trajectoriis pergent Corporà, ad modum Planetarum, Cœlos tranſcurrere. TAB. I. Fig. 1.

Et quemadmodum, ex deſcenſu lapidis demiſſi, demonſtrativè colligitur eundem gravitare, neque minùs certum gravitatis indicium eſt perpetua illa projectorum deflexio in Terram: ſic omnis omnium, in ſpatiis liberis, motorum Corporum de recto tramite deviatio, & perpetua in locum quemvis deflexio, certiſſimum eſt indicium vim aliquam extare, quâ Corpora undique in locum illum urgentur. Utque, ex conceſſâ gravitate, neceſſe eſt Corpora omnia in his Terris inferiora petere; atque adeò, vel rectâ cadere, ſi quieſcentia demittantur, vel de recto tramite perpetuò deflectere in Terram, ſi projiciantur obliquè: ita, ex conceſſâ vi in Centrum quodcunque tendente, non minùs neceſſarium eſt omnia, in quæ vis illa exercetur, Certitudo argumenti.

cetur, vel rectâ deſcendere ad Centrum illud; vel, ſi obliquè moveantur, perpetuò de recto tramite in Centrum vergere. Quâ autem ratione Vires ex Motibus, & Motus ex Viribus colligendi ſunt, copioſè expoſitum eſt in Libris de Motu.

Vires centripetas ad ſingula Planetarum Centra tendere.

Tendere autem vires centripetas ad Corpora Solis, Telluris, & Planetarum, ſic colligo. Gyratur Luna circa Terram noſtram, Radiiſque ad ipſius Centrum ductis, deſcribit Areas temporibus proportionales quàm proximè. Id, ex velocitate Lunæ cum ipſius apparentibus Diametris collatâ, certiſſimum eſt: Diametro minore, quæ majorem arguit diſtantiam, tardior eſt motus; majore velocior. Motibus magis regularibus gyrantur Satellites Jovis circa Jovem, Circulos Jovi concentricos æquabili motu deſcribentes, quoad ſenſum. Sic & comes Saturni circa hunc Planetam, motu ſatis circulari & æquabili, revolvitur, excentricitate vixdum animadverſâ. Venerem, & Mercurium, circa Solem revolvi demonſtratur ex eorum Phaſibus Lunaribus: plenâ facie ſiti ſunt ultra Solem, dimidiatâ è regione Solis, falcatâ cis Solem, per diſcum ejus nonnunquam tranſeuntes. Et Venus quidem orbem circularem Solique concentricum, uniformi motu deſcribit quàm proximè. Mercurius autem, motu magis excentrico, ad Solem notabiliter accedit, & inde per vices recedit: ſed velocior ſemper eſt, ubi Soli propior; quo fit, ut, Radio ad Solem ducto, deſcribat Areas temporibus proportionales. Terram denique circa Solem, aut Solem circa Terram, Radio intercedente, Areas deſcribere temporibus exactè proportionales demonſtratur ex Solis Diametro apparente cum ipſius motu apparente collatâ. Hæc ſunt experimenta aſtronomica: & ex his (per Libri primi Propoſitiones tres primas, & earum Corollaria) conſequens eſt, quòd dentur Vires centripetæ, aut accuratè, aut ſine errore notabili, ad Centra Terræ, Jovis, Saturni, & Solis, tendentes. In Mercurio, Venere, Marte, & Planetis minoribus, cum deſint experimenta, valeat argumentum ex analogiâ.

Vires centripetas decreſcere in duplica-

Ex Propoſitionis autem quartæ Corollario ſexto conſequitur, quòd hæ vires decreſcunt in duplicatâ ratione diſtantiarum à Centro Planetæ cujuſque. Nam tempora periodica Satellitum Jovis ſunt

Digitized by Google

ſunt inter ſe in ſeſquiplicatâ proportione diſtantiarum à Centro hujus Planetæ. In his jam diu notata fuit hæc proportio; eamque tam accuratè obtinere, quàm ſit poſſibile ſenſibus diſcernere, ſignificavit mihi Flamstedius noſter, has diſtantias micrometro, & per Satellitum Eclipſes, ſæpiùs menſus. Eaſdem, ante inventionem micrometri, Galilæus, pergendo ab intimo Satellite ad extimum, definivit eſſe ſemidiametrorum Jovis 6, 10, 16, 28, reſpectivè; Simon Marius, 6, 10, 16, 26; Cassinus, 5, 8, 13, 23; Borellus magis exactè, $5\frac{1}{3}$, $8\frac{2}{3}$, 14, $24\frac{2}{3}$. Et, poſt inventionem micrometri, Tounleius, 5,51. 8,78. 13,47. 24,72; Flamstedius autem, 5,31. 8,85. 13,98. 24,23., & exactiùs per Eclipſes, 5,578. 8,876. 14,159. 24,903. Sunt autem Satellitum, ex obſervationibus *Flamſtedianis*, periodica tempora, $1^{d}.\ 18^{h}.\ 28'.\ 36''$; $3^{d}.\ 13^{h}.\ 17'.\ 54''$; $7^{d}.\ 3^{h}.\ 59'.\ 36''$; & $16^{d}.\ 18^{h}.\ 5'.\ 13''$: & ex his derivatæ diſtantiæ, ut numeri 5,578. 8,878. 14,168. 24,968., qui cum diſtantiis obſervatione collectis ſatis accuratè congruunt. In Planetis autem circumſolaribus, Mercurio & Venere, proportio illa obtinet accuratiſſimè, quarum hactenus dimenſiones orbitarum ex obſervationibus melioris notæ determinârunt Aſtronomi.

tâ ratione diſtantiarum à Planetarum centris.

Planetæ ſuperiores Solem cingere, & radiis ad ipſum ductis, areas deſcribere temporibus proportionales.

Martem quoque circa Solem revolvi demonſtratur ex ipſius phaſibus, & proportione diametrorum apparentium. Nam, ex phaſi plenâ prope conjunctionem Solis, & gibboſâ in quadraturis, certum eſt quòd is Solem ambit: &, cùm diameter ejus quaſi quintuplò major appareat in oppoſitione Solis, quàm in conjunctione, & diſtantia ejus à Terrâ ſit reciprocè ut diameter apparens, erit diſtantia illa quintuplò minor circiter in oppoſitione quàm in conjunctione; at Martis à Sole eadem circiter erit diſtantia, in utroque caſu, cum diſtantiâ ejus in quadraturis, quæ ex phaſi gibboſâ colligitur. Utque Solem æquabili ferè diſtantiâ, Terram valdè inæquabili, cingit: ſic etiam, radio ad Solem ducto, deſcribit aream ſatis uniformiter; at, radio ad Terram ducto, nunc velox eſt, nunc ſtationarius, nunc retrogradus. Jovem Marte ſuperiorem eſſe, & motu quoque, quoad diſtantiam & areæ deſcriptionem, ſatis æquabili, Solem circuire, ſic colligo. In literis ad me datis ſcripſit

Digitized by Google

Cl. Flamstedius, omnes intimi Satellitis, quas noverat, hactenus accuratè obſervatas Eclipſes cum theoriâ ſuâ abſque errore duorum in tempore ſcrupulorum primorum congruere; extimum non multò magis errare, penextimum vix triplò magis, penintimum verò multò magis, ſed minùs tamen à computationibus ſuis diffidere, quàm ſolet Luna à Tabulis vulgaribus: Se verò per ſolos Satellitum motus medios, & æquationem lucis à Romero inventam, Eclipſes computare. Ponamus igitur theoriam à motu Satellitis intimi hactenus obſervato minùs diffidere, quàm errore duorum ſcrupulorum primorum: & erit, ut Periodus integra dierum 16. $18^{hor.}$ 5′. 13″, ad tempus 2′, ita circulus integer graduum 360, ad arcum 1′. 48″. Proinde error computi *Flamſtediani*, ad orbitam Satellitis reductus, minor erit quàm 1′, 48″, id eſt, longitudo Satellitis è centro Jovis ſpectati determinabitur abſque errore 1′. 48″. At longitudo illa, ubi Satelles in medio umbræ verſatur, eadem eſt cum Jovis longitudine heliocentricâ; & propterea Hypotheſis, quam Flamstedius ſequitur, nempe *Keplero-Copernicæa* à ſe nuper (quoad motum Jovis) correcta, longitudinem illam rectè exhibet abſque errore 1′. 48″. Hâc longitudine, & notiſſimâ ſemper longitudine geocentricâ, determinatur diſtantia Jovis à Sole: quæ proinde ea ipſa eſt, quam exhibet iſta Hypotheſis. Namque, maximus ille in longitudine heliocentricâ error 1′. 48″, inſenſibilis ferè eſt, & planè contemnendus; ſed & ex Satellitis ignotâ excentricitate oriri poteſt. Longitudine autem & diſtantiâ rectè definitis, neceſſe eſt, ut Jupiter, radio ad Solem ducto, deſcribat areas eâ lege quam Hypotheſis requirit, & propterea tempori proportionales. Idem de Saturno ex hujus Satellite, per obſervationes Hugenii & Halleii, colligere licebit; quanquam obſervationum ſeries diuturnior, in rei confirmationem & calculum ſatis accuratum, deſideretur.

Vim, quâ Planetæ ſuperiores reguntur non dirigi ad Terram, ſed ad Solem.

Jupiter igitur, ſiquis hunc ſpectaret à Sole, nunquam appareret retrogradus, nunquam ſtationarius, ut ex Terrâ cernitur, ſed motu ſatis uniformi ſemper progrederetur. Ex motûs apparentis geocentrici inæqualitate ſummâ colligitur (per Propoſitionis tertiæ Corollarium quartum), quòd vis illa, quâ Jupiter deflectere cogitur

gitur de motu rectilineo, & in orbem revolvitur, non dirigitur ad centrum Terræ. Et idem valet argumentum in Marte, & Saturno. Quærendum eſt (per Prop. II, & III. & hujus Corollaria) aliud harum virium centrum, circùm quod, radiis intercedentibus, æquabilis ſit arearum deſcriptio: & hoc eſſe Solem jam probatum eſt, in Marte quidem & Saturno præterpropter, in Jove verò abundé ſatis accuratè. Fingere licet Solem & Planetas vi quâvis aliâ æqualiter & ſecundùm lineas parallelas urgeri. Verùm tali vi (per Legum Coroll. 6.) non mutabitur ſitus Planetarum inter ſe, nullus producetur effectus ſenſibilis; nos autem agimus de cauſis effectuum ſenſibilium. Rejiciatur igitur hujuſmodi vis omnis, ut precaria, & ad Cœlorum phænomena nil ſpectans; & vis omnis reliqua, quâ Stella Jovis urgetur, tendet (per Propoſitionis tertiæ Corollarium primum) ad centrum Solis. dem dirigi ad Solem.

Diſtantiæ Planetarum à Sole eædem prodeunt, ſive Terram cum TYCHONE, ſive Solem cum COPERNICO, collocemus in centro Syſtematis: & veras eſſe has diſtantias jam probavimus in Jove. In his definiendis KEPLERUS & BULLIALDUS apprimè navârunt operam: unde & cum Cœlis meliùs concordant ipſorum Tabulæ. Sunt autem harum diſtantiarum cubi in omnibus Planetis, in Jove, inquam, & Marte, Saturno & Tellure, æquè ac in Venere & Mercurio, ut quadrata temporum periodicorum, & propterea (per Corol. 6. Prop. IV.) vis centripeta circumſolaris decreſcit per univerſa Planetarum Cœla in duplicatâ ratione diſtantiarum à Sole. In examinandâ hacce proportione ſumendæ ſunt diſtantiæ mediocres, ſive orbium ſemiaxes tranſverſi (per Prop. XV.), & negligendæ minutiæ, quæ, in definiendis orbibus, ex inſenſibilibus obſervationum erroribus oriri potuerint, quæve cauſis pòſt aſſignandis tribuendæ ſunt. Sic incidetur ſemper in proportionem præfinitam exactè. Nam, cum diſtantiæ Saturni, Jovis, Martis, Terræ, Veneris & Mercurii, à Sole, ex obſervationibus Aſtronomicis collectæ, ſint inter ſe, juxta computum KEPLERI, ut numeri 951000, 519650, 152350, 100000, 72400, 38806; juxtaque computum BULLIALDI, ut numeri 954198, 522520, 152350, 100000, 72398, Vim circumſolarem per omnes Planetarum regiones decreſcere, in duplicatâ ratione diſtantiarum à Sole.

B 2 38585;

38585; eædem ex temporibus periodicis collectæ, ſunt ut numeri 953806, 520116, 152399, 100000, 72333, 38710. Diſtantiæ KEPLERI & BULLIALDI vix differunt ſenſibiliter, &, ubi maximè differunt, claudunt inter ſe diſtantias ex temporibus periodicis collectas.

Vim circumterreſtrem decreſcere in duplicatâ ratione diſtantiarum à Terrâ. Probatur ex hypotheſi quòd Terra quieſcit.

In duplicatâ itidem diſtantiarum proportione vim circumterreſtrem decreſcere ſic colligo. Lunæ diſtantia mediocris à centro Terræ eſt ſemidiametrorum terreſtrium, ſecundùm PTOLEMÆUM, KEPLERUM in Ephemeridibus, BULLIALDUM, HEVELIUM, & RICCIOLUM, 59; ſecundùm FLAMSTEDIUM $59\frac{1}{3}$; ſecundùm VENDELINUM, 60; ſecundùm COPERNICUM, $60\frac{1}{3}$; ſecundùm KIRCHERUM, $62\frac{1}{2}$; ſecundùm TYCHONEM, $56\frac{1}{2}$: verùm TYCHO, & quotquot ejus tabulas refractionum ſequuntur, conſtituendo refractiones Solis & Lunæ, omninò contra naturam Lucis, majores quàm Fixarum, idque ſcrupulis quaſi quatuor, vel quinque, auxerunt parallaxin Lunæ ſcrupulis totidem, hoc eſt, quaſi duodecimâ, vel decimâ quintâ parte totius parallaxeos. Corrigatur iſte error, & diſtantia evadet quaſi 61 ſemidiametrorum terreſtrium, ferè ut ab aliis aſſignatum eſt. Aſſumamus diſtantiam mediocrem ſexaginta ſemidiametrorum; & lunarem periodum, reſpectu Fixarum, compleri diebus 27, horis 7, minutis primis 43, uti ab Aſtronomis definitum eſt: & (per Corollarium ſextum Propoſitionis quartæ) corpus, revolvendo in aere noſtro juxta ſuperficiem Terræ quieſcentis, vi centripetâ, quæ eſſet ad vim eandem in diſtantiâ Lunæ, in duplicatâ ratione diſtantiarum à centro Terræ reciprocè, hoc eſt, ut 3600 ad 1, revolutionem, ſublatâ aeris reſiſtentiâ, compleret horâ 1, minutis primis 24, ſecundis 27. Pone ambitum Terræ eſſe pedum *Pariſienſium* 123249600, uti à *Gallis* menſurantibus nuper definitum eſt: & corpus idem, ſublato motu ſuo circulari, & urgente eâdem vi centripetâ ac priùs, deſcriberet, cadendo, pedes *Pariſienſes* $15\frac{1}{12}$ tempore minuti unius ſecundi. Colligitur hoc ex calculo (per Propoſitionem XXXVI.) inito, & congruit cum experientiâ. Nam, factis pendulorum experimentis, & computo inde inito, demonſtravit HUGENIUS, quòd cor-

corpora omni illâ cujuſcunque generis vi centripetâ, quâ juxta ſuperficiem Terræ urgentur, deſcendentia, deſcribunt, tempore minuti unius ſecundi, pedes *Pariſienſes* $15\frac{1}{12}$.

Probatur ex Hypotheſi quòd Terra movetur.

Quod ſi motus concedatur Terræ, gyretur hæc & Luna (per Legum Coroll. 4, & Prop. LVII.) circa commune gravitatis centrum. Et Luna (per Prop. LX.) eodem tempore periodico dierum 27, hor. 7, 43′, vi eâdem circumterreſtri diminutâ in duplicatâ ratione diſtantiæ, revolvetur in orbitâ, cujus ſemidiameter eſt ad ſemidiametrum prioris, hoc eſt, ad 60 ſemidiametros terreſtres, ut ſumma corporum Terræ & Lunæ, ad primam duarum mediè proportionalium inter hanc ſummam & corpus Terræ: hoc eſt, ſi ponamus Lunam, ob mediocrem ſuam diametrum apparentem $31'\frac{1}{2}$, eſſe quaſi quadrageſimam ſecundam partem Terræ, ut 43 ad $\sqrt[3]{42 \times 43^2}$; ſive ut 128 ad 127 circiter: ideòque ſemidiameter hujus orbitæ, hoc eſt, diſtantia inter centra Lunæ & Terræ, jam erit $60\frac{1}{2}$ ſemidiametrorum terreſtrium, ferè ut aſſignavit COPERNICUS, non abludentibus obſervationibus TYCHONICIS. In hâc diſtantiâ valet igitur duplicata illa proportio decrementi virium. Augmentum orbitæ ab actione Solis oriundum, ut planè contemnendum neglexi: eo ſubducto, relinquetur vera diſtantia quaſi $60\frac{4}{9}$ ſemidiametrorum terreſtrium.

Decrementum in duplicatâ ratione diſtantiarum à Terrâ & Planetis, probatur ex Planetarum excentricitate & Apſidum motu tardiſſimo.

Confirmatur præterea hæc ratio decrementi virium ex Planetarum excentricitate, & Apſidum tardiſſimo motu. Nam (per Corollaria Prop. XLV.) manifeſtum eſt, quòd nullâ aliâ ratione poſſint Planetæ omnes circumſolares, ſingulis revolutionibus, ſemel ad minimam à Sole diſtantiam deſcendere, & ſemel ad maximam aſcendere, atque loca harum diſtantiarum manere immobilia. Parvus error in ratione duplicatâ efficeret motum Apſidum in ſingulis revolutionibus notabilem, in pluribus enormem. At motus ille in orbibus Planetarum circumſolarium vixdum, poſt innumeras revolutiones, ſenſibilis extitit. Aſtronomorum aliqui motum omnem negant; ceteri non majorem ſtatuunt, quàm qui ex cauſis pòſt aſſignandis facilè oriri poſſit, quique in quæſtione,

de quâ agitur, nullius eſt momenti. Sed & motus longè major Aphelii lunaris, qui ſingulis revolutionibus eſt graduum trium, contemni poteſt. Hoc motu demonſtratur vim circumterreſtrem decreſcere in ratione diſtantiæ non minori quàm duplicatâ, & longè minori quàm triplicatâ: nam, ſi ratio duplicata mutetur gradatim in triplicatam, augebitur motus Aphelii in infinitum, adeòque mutatione perexiguâ ſuperabit motum Aphelii Lunaris. Oritur motus ille tardiſſimus ex actione vis circumſolaris, ut poſthac dicetur. Tollendo hanc cauſam, quieſcet Apogæum Lunæ, & pervenietur ad proportionem duplicatam.

Quantitas virium tendentium ad ſingulos Planetas. Ingens vis circumſolaris.

Stabilitâ hâc proportione, conferre jam licet Planetarum vires inter ſe. In mediocri diſtantiâ Jovis à Terrâ elongatio maxima Satellitis extimi à centro Jovis, ex obſervationibus FLAMSTEDII, eſt 8′. 13″. adeòque diſtantia Satellitis à centro Jovis, ad mediocrem diſtantiam Jovis à centro Solis, ut 124 ad 52012; ad mediocrem verò diſtantiam Veneris à centro Solis, ut 124 ad 7234. Sunt autem eorum tempora periodica $16\frac{3}{4}$ dierum, & $224\frac{2}{3}$ dierum. Et inde (per Corollarium ſecundum Propoſitionis quartæ), dividendo diſtantias per quadrata temporum, deducitur, vim, quâ Satelles urgetur in Jovem, eſſe ad vim, quâ Venus urgetur in Solem, ut 442 ad 143: & minuendo vim, quâ Satelles urgetur, in duplicatâ ratione diſtantiæ 124 ad 7234, prodibit vis circumjovialis in diſtantiâ Veneris à Sole, ad vim circumſolarem, quâ Venus urgetur, ut $\frac{13}{100}$ ad 143, ſeu 1 ad 1100. Proinde, ad æquales diſtantias, vis circumſolaris 1100 vicibus major eſt, quàm vis circumjovialis. Simili computo ex Satellitis Saturnii tempore periodico dierum 15, horarum $22\frac{2}{3}$, & maximâ ipſius, à Saturno mediocriter à nobis diſtante, elongatione 3′. 20″. colligo diſtantiam hujus Satellitis à centro Saturni eſſe ad diſtantiam Veneris à Sole, ut $92\frac{2}{3}$ ad 7234; & inde vim abſolutam circumſolarem majorem eſſe, quàm vis abſoluta circumſaturnia, vicibus 2360.

Exigua vis circumterreſtris.

Ex regulari Veneris, Jovis, & aliorum Planetarum heliocentrico motu, & irregulari geocentrico manifeſtum eſt (per Coroll.

roll. 4 Prop. III.), quòd vis circumterreſtris collata cum vi circumſolari ſit perquàm exigua. Parallaxin Solis, ex Dichotomiâ Lunæ Teleſcopiis notatâ, RICCIOLUS & VENDELINUS ſeorſim determinare conati ſunt, eamque conſtituêre non majorem dimidio minuti unius primi. KEPLERUS parallaxin Martis Achronici, quæ multò major eſt, tam TYCHONICIS, quàm propriis obſervationibus, inſenſibilem reperit. FLAMSTEDIUS eandem micrometro aggreſſus, idque in perigæo Martis, nunquam reperit majorem viginti quinque minutis ſecundis, & inde concludit parallaxin Solis eſſe, ſummum, decem minutorum ſecundorum. Unde conſequens eſt, quòd diſtantia Lunæ à Terrâ non habet majorem rationem ad diſtantiam Terræ à Sole, quàm 29 ad 10000; neque majorem ad diſtantiam Veneris à Sole, quàm 29 ad 7233. Inde,& ex temporibus periodicis, methodo jam expoſitâ, deducetur, quòd vis abſoluta circumſolaris ſit major quàm vis abſoluta circumterreſtris, vicibus 229400, ad minimum. Quòd ſi conſtaret tantùm, ex obſervationibus RICCIOLI & VENDELINI, parallaxin eſſe minorem dimidio minuto primo, tamen inde ſequeretur vim abſolutam circumſolarem ſuperare vim circumterreſtrem vicibus 8500.

Similibus computis incidi in analogiam inter vires & corpora Planetarum: ſed antequàm hanc expono, definiendæ ſunt Planetarum apparentes diametri in mediocribus diſtantiis eorum à Terrâ. Diametrum Jovis FLAMSTEDIUS micrometro menſus eſt 40 vel 41″, eamque annuli Saturni 50″, & Solis quaſi 32′. 13″. Diameter corporis Saturnii eſt ad diametrum annuli, juxta HUGENIUM & HALLEIUM, ut 4 ad 9, juxta GALLETIUM ut 4 ad 10, juxta HOOKIUM (teleſcopio pedum ſexaginta uſum) ut 5 ad 12. Ex ratione mediocri 5 ad 12 colligitur diameter corporis quaſi 21″.

Planetarum diametri apparentes.

Et hæ ſunt magnitudines apparentes. Verùm puncta omnia lucida, per inæqualem Lucis refrangibilitatem, dilatantur in teleſcopiis, occupantque in foco vitri objectivi ſpatium circulare latitudine quaſi quinquageſimæ partis aperturæ vitri: ita tamen ut Lux in circuitu rariſſima vix, aut ne vix quidem, ſentiatur, in medio

Correctio diametrorum apparentium.

dio

dio verò, ubi conſtipatior eſt ſenſumque ſatis ferit, lucidum conſtituat circellum, cujus latitudo pro ſplendore puncti lucentis varia ſit, ac tertiam, circiter, quartamve, aut quintam ferè partem latitudinis totius, ut plurimum, adæquet. Deſignet ABD circulum
TAB. I. Fig. 2. Lucis totius; PQ circellum Luce ſatis conſpicuâ clarentem; C centrum utriuſque; CA, CB, ſemidiametros circuli majoris rectum continentes angulum C; ACBE quadratum his diametris comprehenſum; AB diagonalem ejus; EGH Hyperbolam centro C, aſymptotis CA, CB, deſcriptam; PG perpendiculum, ad ipſius BC punctum quodvis P, erectum & occurrens Hyperbolæ in G, rectiſque AB, AE in K & F: & Lucis denſitas in loco quovis P erit, ex computo meo, ut longitudo FG, adeòque in centro infinita, prope circumferentiam quàm minima: Lux autem tota intra circellum PQ, eſt ad totam extra, ut area quadrilatera CAKP ad triangulum PKB. Ibi concipe circellum PQ terminari, ubi Lucis denſitas FG minor eſſe incipit, quàm quæ ſenſui movendo ſufficit. Et hinc eſt, quòd ignis trium pedum latitudinis in diſtantiâ 191382 pedum per teleſcopium tripedalem apparuit Picarto, quaſi 8″ latus, qui ſolùm 3″. 14‴. latus apparere debuiſſet. Hinc eſt, quòd Fixarum lucidiores per teleſcopia apparent latæ 5″. vel 6″; Idque Luce ſatis plenâ, Luce autem debiliore latiùs excurrunt. Hinc eſt, quòd Hevelius, minuendo aperturam teleſcopii, ſuſtulit benè magnam partem Lucis in circuitu, effecitque, ut diſcus Stellæ diſtinctiùs circinaretur, & minor evaderet, verùmtamen etiamnum latus appareret 5″, vel 6″: Hugenius autem, vitris juxta oculum fuligine leviter infectis, lucem undique erraticam adeò extinxit, ut Stellæ, punctorum inſtar, ſenſibili omni latitudine privatæ viderentur. Hinc eſt, quòd Hugenius latitudine obſtaculi, quod lucem omnem interciperet, majores exhibuit Planetarum diametros, quàm ab aliis Micrometro definitum eſt: nam lux erratica, tecto Planetâ, latiùs cernitur, radiis fortioribus non ampliùs obſcurata. Hinc denique eſt, quòd Planetæ in Sole tam graciles appareant, luce dilatatâ attenuati. Neque enim Mercurius Hevelio, Galletio, & Halleio, ſuperavit 12″, vel 15″, & Venus Crabrio ſolùm

Digitized by Google

ſolùm 1′. 3″, Horroxio 1′. 12″, occupare viſa eſt, quæ tamen, juxta menſuras Hevelii & Hugenii extra diſcum Solis captas, implere debuiſſet 84″, ad minimum. Sic & Lunæ Diameter apparens, quæ anno 1684 paucis diebus ante & poſt eclipſin Solis menſurata fuit in Obſervatorio *Pariſienſi* 31′. 30″, in ipſâ eclipſi non ſuperabat 30′, vel 30′. 5″. Igitur Diametri Planetarum extra Solem minuendæ ſunt, & intra augendæ minutis aliquot ſecundis. At in menſuris micrometro captis errores videntur eſſe ſolito minores. Semidiametrum Jovis, ex umbræ diametro per Eclipſes Satellitum inventâ, Flamstedius determinavit eſſe ad elongationem maximam Satellitis extimi, ut 1 ad 24,903. Unde, cùm elongatio illa ſit 8′. 13″, Diameter Jovis erit $39\frac{1}{2}$. Igitur Diameter Micrometro inventa 40″, vel 41″, rejiciendo lucem erraticam, reducitur ad $39\frac{1}{2}$″. Et ſimili correctione minuenda eſt Saturni Diameter 21″, & ſtatuenda 20″, vel paulò minor. At Solis Diameter, ob lucem fortiorem, paulò magis, ni fallor, minuenda eſt, & ſtatuenda quaſi 32′, vel 32′. 6″.

Cur Planetæ ſint aliqui magis, alii minùs denſi, ſintque vires ut quantitas materiæ in ſingulis.

Corpora magnitudinis tam diverſæ ad analogiam cum viribus tam prope accedere, myſterio certè non caret. Poſſibile eſt ut Planetæ ulteriores, defectu caloris, careant ſubſtantiis illis metallicis & mineris ponderoſis, quibus Terra referta eſt: utque corpora Veneris & Mercurii majore Solis calore, magis concocta & coagulata ſint. Experimento ſpeculi uſtorii conſtat calorem augeri cum denſitate lucis: hæc autem augetur in duplicatâ ratione acceſſûs ad Solem. Inde colligitur calorem Solis ad Mercurium ſeptuplo majorem eſſe, quàm apud nos tempore æſtivo; tanto autem calore aqua ebullit, & graves illi Vitrioli & Mercurii Spiritus leniter exhalant, ut Thermometro expertus ſum: proinde nulli apud Mercurium conſiſtunt liquores niſi graviores, qui magnum ſuſtinent calorem, & ex quibus ſubſtantiæ denſiſſimæ naſcuntur. Quidni ſi Deus corpora ſingula, calore temperiei conveniente alenda, in totidem à Sole diſtantiis locaverit; ſintque adeò denſiora ſemper, quæ Soli propriora: eâ ratione conſtabit optimè pondera Planetarum omnium eſſe inter ſe ut vires. Pervelim verò Diametros Planetarum definiri exactiùs. Id fiet, ſi Lampas ad

magnam aliquam diſtantiam luceat per foramen circulare, & minuatur tum foramen tum lux Lampadis, uſque eò ut ſpectrum per Teleſcopium appareat inſtar Planetæ, & iiſdem menſuris definiatur. Tum latitudo foraminis erit ad ſui ipſius diſtantiam à vitro objectivo, ut vera Planetæ Diameter ad ipſius diſtantiam à nobis. Diminui poteſt lux Lampadis interpoſitione pannorum, aut vitri infecti fuligine.

Alia virium & corporum analogia. Probatur in cœleſtibus.

Analogiæ jam deſcriptæ affinis eſt altera inter vires & attracta corpora. Quoniam actio vis centripetæ in Planetas decreſcit in duplicatâ ratione diſtantiæ, & tempus periodicum augetur in ratione ſeſquiplicatâ; manifeſtum eſt quòd in æqualium Planetarum æqualibus à Sole diſtantiis, æquales forent actiones, & æqualia tempora periodica: quòdque in æqualibus inæqualium diſtantiis, actiones collectitiæ forent ut Planetarum corpora. Namque actiones, quæ non eſſent ut corpora movenda, non poſſent corpora illa æqualiter retrahere de tangentibus orbitarum, & efficere ut revolutiones, æqualibus temporibus, in Orbitis item æqualibus complerentur. Sed nec motus Satellitum Jovis tam regulares eſſe poſſent, niſi vis circumſolaris æqualiter in Jovem & Satellites omnes, pro ratione ponderum, exerceretur. Eſtque eadem ratio Saturni & Satellitis ipſius; ut & Terræ & Lunæ noſtræ, uti (ex Coroll. 2. & 3. Prop. LXV.) manifeſtum eſt. Paribus igitur diſtantiis æqualis eſt actio vis centripetæ in omnes Planetas, pro ratione corporum, ſeu quantitate materiæ in corporibus; atque adeò in omnes etiam ejuſdem quantitatis particulas ex quibus Planetæ componuntur. Nam ſi actio major eſſet in particulas unius generis, minor in illas alterius, quàm pro ratione quantitatis materiæ, foret etiam actio major vel minor in Planetas, non ſolùm pro ratione quantitatis, ſed etiam pro genere materiæ, quæ in uno copioſiùs, in alio parciùs, reperiretur.

Probatur in terreſtribus.

Analogiam certè in corporibus diverſorum generum, quæ in Terrâ noſtrâ extant, tentavi quàm accuratiſſimè. Actio vis circumterreſtris, corporibus movendis proportionalis, movebit eadem æqualibus temporibus, æquali cum velocitate (per Motûs Leg. 2.) facietque tum omnia demiſſa, temporibus æqualibus per æqualia,

ſpatia

ſpatia deſcendere ; tum omnia filis æqualibus ſuſpenſa , æqualibus temporibus oſcillari. Actione majore minora erunt tempora, minore majora. Deſcenſus autem corporum omnium (demptâ ſaltem aëris perexiguâ reſiſtentiâ) æqualibus temporibus fieri jamdudum obſervarunt alii : & exactiſſimè notare licet æqualitatem temporum in pendulis. Rem tentavi in auro, argento, plumbo, vitro, arenâ, ſale communi, ligno, aquâ, tritico. Comparabam pixides duas ligneas æquales : unam implebam ligno, & idem auri pondus ſuſpendebam (quàm potui exactè) in alteriùs centro oſcillationis. Æqualibus, pedum undecim, filis pendentes pixides conſtituebant pendula, quoad pondus, figuram & aëris reſiſtentiam omninò paria : & paribus oſcillationibus juxta poſitæ ibant unà & redibant diutiſſimè. Proinde copia materiæ in auro erat ad copiam materiæ in ligno, ut vis motricis actio in totum aurum ad actionem ejus in totum lignum; hoc eſt, ut pondus ad pondus: & ſic in ceteris. In corporibus ejuſdem ponderis differentia materiæ, quæ vel minor eſſet quàm pars milleſima materiæ totius, his experimentis manifeſtò deprehendi potuiſſet.

Cùm autem actio vis centripetæ in corpus attractum, paribus diſtantiis, proportionalis ſit materiæ in hoc corpore ; rationi etiam conſentaneum eſt, ut ſit etiam proportionalis materiæ in corpore trahente. Etenim actio mutua eſt, facitque corpora conatu mutuo (per Motûs Legem 3.) accedere ad invicem, & proinde ſibi ipſi conformis eſſe debet in corpore utroque. Conſiderari poteſt Corpus unum ut attrahens, alterum ut attractum, ſed hæc diſtinctio magis Mathematica eſt quàm naturalis. Attractio reverà eſt corporis utriuſque in utrumque, atque adeò ejuſdem generis in utroque. **Analogiarum conſenſus.**

Et hinc eſt quòd vis attractiva reperiatur in utroque. *S*ol trahit Jovem & ceteros Planetas, Jupiter trahit Satellites; & paritate rationis, Satellites agunt in ſe invicem & in Jovem, & Planetæ omnes in ſe mutuò. Et quamvis binorum Planetarum actiones in ſe mutuò diſtingui poſſint ab invicem, &, ut actiones binæ, quibus uterque trahit alterum, conſiderari : tamen quatenus intermediæ ſunt, non ſunt binæ, ſed operatio ſimplex inter binos **Et coincidentia.**

terminos. Contractione funiculi unius intercedentis poſſunt bina corpora ad invicem trahi. Cauſa actionis gemina eſt, nimirum diſpoſitio utriuſque corporis; actio item gemina, quatenùs in bina corpora: at, quatenus inter bina corpora, ſimplex eſt & unica. Non eſt una operatio quâ Sol v. g. trahit Jovem, & alia operatio quâ Jupiter trahit Solem, ſed una operatio quâ Sol & Jupiter conantur ad invicem accedere. Actione quâ Sol trahit Jovem, conantur Jupiter & Sol ad ſe mutuò accedere (per Motûs Leg. 3.) &, & actione quâ Jupiter trahit Solem, conantur etiam Jupiter & Sol ad ſe mutuo accedere: Sol autem non attrahitur actione duplici in Jovem, neque Jupiter actione duplici in Solem, ſed una eſt actio intermedia quâ ambo accedunt ad ſe mutuò. Ferrum trahit magnetem æquè ac magnes ferrum; nam ferrum omne in viciniâ magnetis trahit etiam aliud ferrum. At actio inter magnetem & ferrum ſimplex eſt, & à Philoſophis conſideratur ut ſimplex: Operatio ferri in magnetem ipſa eſt magnetis operatio ſeipſum inter & ferrum, quâ ambo conantur accedere ad ſe mutuò. Id ex eo manifeſtum eſt, quòd ſublato magnete ceſſat propè vis tota ferri. Ad hunc modum concipe ſimplicem exerceri inter binos Planetas ab utriuſque conſpirante naturâ oriundam operationem; & hæc eodem modo ſe habebit ad utrumque: adeò proportionalis exiſtens materiæ in uno eorum, proportionalis erit materiæ in altero.

Inſenſibiles eſſe corporum parvorum vires.

Dicet fortè quis, corpora omnia hac lege ſe mutuò trahere debere, contra experientiam in terreſtribus. Sed reſpondeo, quòd experientia in terreſtribus planè nulla eſt. Sphærarum homogenearum attractiones juxta ſuperficies earum ſunt (per Prop. LXXII.) ut Diametri: Unde Sphæra, Terræ homogenea, diametroque pedis unius deſcripta, minùs trahet corpuſculum juxta ſuperficiem ſuam, quàm Terra juxta ſuam, vicibus 20000000 circiter: & vis tantilla nullos edet ſenſibiles effectus. Hujuſmodi globi duo, quartâ tantùm digiti parte ab invicem diſtantes, in ſpatiis liberis, haud minori quam menſis unius intervallo, vi mutuæ attractionis accederent, ad invicem. Globorum minorum coitus eſſet tardior in ratione diametrorum. Sed nec montes toti ſuffecerint ad ſenſibiles

Digitized by Google

ſibiles effectus: Ad radices montis hemiſphærici alti tria milliaria & lati ſex, pendulum vi montis attractum non deviabit ſcrupulis duobus primis à perpendiculo. Vires haſce in ſolis Planetarum ingentibus corporibus intueri licet; niſi fortè de minoribus diſputemus in hunc modum.

Tendere tamen vires ad corpora omnia terreſtria proportionales quantitati materiæ.

Deſignet ABCD globum Telluris, ſectum plano quovis AC, in partes duas ACB, ACD. Pars ACB, incumbendo in partem ACD, premit ipſam toto ſuo pondere. Nec poteſt pars ACD hanc preſſionem ſuſtinere & immota perſiſtere, niſi æquali conatu in contrarium. Partes igitur ponderibus ſuis ſe mutuò æqualiter urgent, id eſt, trahuntur in ſe mutuò æqualiter, ut Lex tertia requirit: adeoque diſtractæ ab invicem & dimiſſæ caderent in ſe mutuò, cum velocitatibus quæ eſſent reciprocè ut corpora. Quæ omnia in magnete experiri & intueri licet. Deſignet jam ACB corpus aliquod exiguum in ſuperficie Terræ: & quoniam particulæ hujus & Terræ reliquæ ACD attractiones in ſe mutuò ſunt æquales, attractio autem particulæ in Terram (nimirum pondus ejus) eſt ut materia particulæ, uti experimento penduli probatum eſt; erit etiam attractio Terræ in particulam ut materia particulæ: adeoque corporum omnium terreſtrium vires attractivæ, ut quantitas materiæ in ſingulis.

TAB. I. *Fig.* 3.

Probatur eaſdem vires in corpora cœleſtia tendere.

Vires autem, quæ ſunt ut materia in omnium formarum corporibus terreſtribus, atque adeò non mutantur cum formis, reperiri debent in corporibus univerſis, tam cœleſtibus, quàm terreſtribus; & in omnibus eſſe proportionales materiæ: eò quòd hæc omnia, non genere ſubſtantiæ, ſed formis & modificationibus ſolummodo, differunt. Id verò ſic etiam probatur in cœleſtibus. Conſtitit actionem vis circumſolaris in omnes Planetas (ad æqualitatem diſtantiarum reductos) eſſe ut materia in Planetis: Idem ſimiliter conſtat de actione vis circumjovialis in Satellites Jovis; & par eſt ratio attractionis omnium Planetarum in unumquemque. Inde verò ſequitur (per Prop. LXIX.) quòd eorum vires attractivæ ſunt ut materia in ſingulis.

Decreſcere vires à Planeta-

Igitur ut partes Terræ ſe mutuò trahunt, ſic etiam faciunt partes Planetarum. Si Jupiter & Satellites ejus coirent, & in

rum ſuperficiebus extrorſum in duplicatâ ratione, introrſum in ratione diſtantiarum à centris.

unum formarentur globum, pergerent ſinguli proculdubio ſe mutuò trahere ut priùs; & vice verſâ, ſi corpus Jovis reſolveretur in globos plures, credendum eſt quòd hi non minùs traherent ſe mutuò quàm trahunt Satellites. His attractionibus fit ut corpora Telluris & omnium Planetarum ſphæricam affectent figuram, utque partes eorum cohæreant & non ſpargantur per æthera. Oriri verò has vires ex univerſali naturâ materiæ jam conſtitit, & propterea ex particularum viribus componi vim globi totius. Inde verò conſequens eſt (per Coroll. 3. Prop. LXXIV.) quòd vis particulæ cujuſque decreſcit in duplicatâ ratione diſtantiæ ab eâdem particulâ; & (per Prop. LXXIII. & LXXV.) quòd vis globi totius decreſcit à ſuperficie ſuâ extrorſum in duplicatâ ratione, & introrſum in ratione ſimplici diſtantiarum à centro, ſi modo globus ex uniformi materiâ conſtat: & quamvis globi in progreſſu à centro ad circumferentiam non ſint uniformes, valebit tamen decrementum in ratione duplicatâ diſtantiæ extrorſum (per Prop. LXXVI.) ſi modò ſimilis ſit inæquabilitas undique in progreſſu per circuitum: & hujuſmodi globi duo (per eandem Propoſitionem) ſe mutuò trahent, vi decreſcente in duplicatâ ratione diſtantiæ inter centra.

Quantitates virium & motuum inde oriundorum in ſingulis caſibus.

Eſt igitur globi cujuſque vis abſoluta ut quantitas materiæ in ipſo. Vis autem motrix, quâ globus unuſquiſque trahitur in alterum, quamque vulgus in terreſtribus per vocem ponderis deſignat, eſt ut contentum ſub quantitatibus materiæ in globis duobus applicatum ad quadratum diſtantiæ inter centra (per Coroll. 4. Prop. LXXVI.) & huic vi proportionalis eſt quantitas motus, quâ globus uterque dato tempore movebitur in alterum: vis autem acceleratrix, quâ globus unuſquiſque pro ratione materiæ ſuæ attrahitur in alterum, eſt ut quantitas materiæ in globo altero applicata ad quadratum diſtantiæ inter centra (per Coroll. 2. Prop. LXXVI.) & huic vi proportionalis eſt velocitas, quâ globus attractus dato tempore movebitur in alterum. Quibus probè intellectis, jam facile fuerit determinare motus corporum cœleſtium inter ſe.

Colla-

Collatis Planetarum viribus, vidimus circumſolarem ceteris majorem eſſe mille vicibus & ampliùs. Urgente autem vi tantâ neceſſe eſt, ut corpora omnia intra ſpatium Syſtematis Planetarum, & longè ultra, rectà deſcendant in Solem; niſi aliò moveantur. Neque Terra de numero talium corporum excludenda eſt. Luna certè de genere Planetarum eſt, & iiſdem attractionibus obnoxia cum ceteris Planetis: nam & vi circumterreſtri retinetur in orbe ſuo. Terram verò & Lunam æqualiter trahi in Solem probavimus ſuprà: ſed & corpora omnia communibus attractionum legibus obnoxia eſſe jam antè probavimus. Quanto autem tempore corpus unumquodque motu circumſolari privatum deſcenderet, & cadendo perveniret uſque ad Solem, innoteſcit (per Prop. XXXVI.) ex diſtantiâ ejus à Sole: Nimirum dimidio temporis periodici, quo corpus ad diſtantiam duplo minorem revolvi poſſet; ſive tempore quod eſt ad tempus periodicum Planetæ, ut 1 ad $4\sqrt{2}$. Ut, quòd Venus cadendo perveniret ad Solem, ſpatio dierum quadraginta; Jupiter ſpatio annorum duorum & menſis unius; Terra & Luna ſpatio dierum 66 & horarum 19. Quod cùm non accidit, neceſſe eſt ut hæc corpora moveantur aliorſum: nec ſufficit motus quilibet; ad impediendum deſcenſum requiritur velocitas ſatis magna. Et inde valet etiam argumentum in Planetis tardeſcentibus. Niſi vis circumſolaris decreſcat in duplicatâ ratione tarditatis, exceſſus ejus efficiet ut corpora deſcendant in Solem: verbi gratiâ, ſi motus (ceteris paribus) fiat duplo tardior, Planeta parte quartâ vis circumſolaris prioris retinebitur in orbitâ ſuâ, & exceſſu cæterarum trium partium quartarum deſcendet in Solem. Proinde Planetæ, Saturnus, Jupiter, Mars, Venus, & Mercurius, non retardantur verè in Perigæis, neque fiunt verè ſtationarii, & lento motu retrogradi. Iſta omnia ſunt apparentia tantum: & motus abſoluti, quibus Planetæ perſeverant in orbitis ſuis, ſunt ſemper directi, & æquabiles quamproximè. Tales autem motus circa Solem peragi probavimus, & propterea Sol ut centrum abſolutorum motuum quieſcit: nam Terræ quies omnino deneganda eſt, ne Planetæ in Perigæis verè tardeſcant, & fiant verè ſtationarii lentèque retrogra-

Planetas omnes circa Solem revolvi.

trogra-

trogradi; & ſic defectu motûs deſcendant in Solem. Porrò quoniam Planetæ, Venus, Mars, Jupiter, ceterique, radiis ad Solem ductis, deſcribunt orbes regulares, areaſque temporibus (uti oſtenſum eſt) quoad ſenſum proportionales: conſequens eſt (per Prop. III, & Coroll. 3, Prop. LXV.) quòd Sol nullâ vi notabili urgetur, niſi quâ Planetæ omnes æqualiter, pro corporum quantitatibus, & ſecundùm lineas parallelas, urgentur; adeòque Syſtema totum transfertur in directum. Rejiciatur tranſlatio illa Syſtematis totius, & Sol propemodum quieſcet in ipſius centro. Si Sol revolveretur circa Terram, & Planetas reliquos circum ſe deferret, deberet Terra Solem trahere vi magnâ; Planetas autem circumſolares vi nullâ ſenſibilem effectum habente, (omnino contra Coroll. 3, Prop. LXV.) Adde, quòd ſi Terra, ob gravitatem partium, in infimâ mundi regione à pleriſque hactenus locata fuit: jam Sol potiori jure, ob vim ſuam centripetam mille vicibus & ampliùs gravitate terreſtri majorem, in locum infimum detrudi debebit, centrumque Syſtematis conſtitui. Vera autem Syſtematis conſtitutio ſic pleniùs & exactiùs intelligetur.

Planetarum omnium commune gravitatis centrum quieſcere, & Solem tardiſſimè moveri. Definitur motus Solis.

Quoniam Fixæ quieſcunt inter ſe, concipiamus Solem, Terram, & Planetas, tanquam Syſtema corporum utcunque moventium inter ſe, & omnium commune centrum gravitatis, (per Legum Corollarium quartum,) vel quieſcet, vel movebitur uniformiter in directum. Caſu poſteriore movebitur etiam Syſtema totum uniformiter in directum. Dura eſt hæc hypotheſis: eâ rejectâ, quieſcet commune illud centrum gravitatis. Ab eodem centro Sol nunquam longè recedit. Incidit Solis & Jovis commune gravitatis centrum in ſuperficiem Solis. Si Planetæ omnes ad eandem Solis partem cum Jove locarentur, commune Solis & omnium centrum vix duplo longiùs à centro Solis recederet. Igitur Sol, pro vario Planetarum ſitu diverſimodè agitatus, & motu quodam libratorio lentè ſemper errans, nunquam integrâ ſui diametro à centro quieſcente Syſtematis totius recedit. Ex Solis autem & Planetarum ponderibus ſuprà inventis, & ſitu omnium ad invicem, datur commune gravitatis centrum, eoque dato, locus Solis ad tempus propoſitum.

Circa

Circa Solem hoc modo libratum revolvuntur ceteri Planetæ in Orbibus Ellipticis, &, radiis ad Solem ductis, deſcribunt areas temporibus proportionales quamproximè, ut (in Prop. LXV.) expoſitum eſt. Si Sol quieſceret & Planetæ ceteri non agerent in ſe invicem, forent Orbes Elliptici, & areæ temporibus proportionales exactè (per Prop. XI, & Coroll. I Prop. XIII) Actiones Planetarum in ſe invicem collatæ cum actionibus Solis in Planetas nullius ſunt momenti, neque adeò ſenſibiles errores inducunt: ſuntque errores illi minores in revolutionibus circa Solem more jam deſcripto agitatum, quàm in revolutionibus circa Solem quieſcentem (per Prop. LXVI. & Coroll. Prop. LXVIII.) præſertim ſi Orbis cujuſque umbilicus collocetur in communi centro gravitatis Planetarum omnium interiorum: Nimirum umbilicus Orbis Mercurii in centro Solis, umbilicus Orbis Veneris in communi centro gravitatis Mercurii & Solis, umbilicus Orbis Telluris in communi centro gravitatis Veneris, Mercurii & Solis; & ſic deinceps. Hoc pacto umbilici Orbium Planetarum omnium, præter Saturnum, non diſtabunt ſenſibiliter à centro Solis; neque umbilicus Orbis Saturni recedet ſenſibiliter à communi centro gravitatis Jovis & Solis. Proinde centrum Solis non malè ſtatuitur ab Aſtronomis umbilicus communis Orbium cunctorum. In ipſo Saturno error inde ortus non eſt major quàm 1′. 45″. Si Orbis iſte, locando umbilicum in communi centro gravitatis Jovis & Solis, meliùs congruerit cùm phænomenis, inde confirmabuntur hæc omnia quæ diximus.

Planetas nihilominus revolvi in Ellipſibus umbilicos in Sole; &, radiis ad Solem ductis, areas deſcribere temporibus proportionales.

Si Sol quieſceret, & Planetæ nil agerent in ſe invicem, quieſcerent etiam eorum Aphelia & Nodi (per Prop. I. XI. & Cor. Prop. XIII.) & forent Orbium Ellipticorum axes majores ut latera cubica quadratorum temporum periodicorum (per Prop. XV.) adeoque ex datis temporibus periodicis darentur. Menſuranda ſunt hæc tempora non à mobilibus æquinoctiorum punctis, ſed à Stellâ primâ Arietis. Ex motu autem Solis augetur ſemiaxis quilibet, quaſi tertiâ parte diſtantiæ centri Solis à communi centro gravitatis Solis & Planetæ (per Prop. LX.) & actionibus Pla-

De Orbium dimenſionibus deque motu Apheliorum & Nodorum.

netarum exteriorum in interiores nonnihil augentur tempora periodica interiorum, at vix ſenſibiliter, & Aphelia moventur tardiſſimè in conſequentia (per Coroll. 6. & 7. Prop. LXVI.) Sic & actionibus Cometarum, ſiqui ultra Saturnum verſentur, augebuntur periodica tempora Planetarum omnium; & maximè ea exteriorum: & Aphelia omnium movebuntur in conſequentia. Progredientibus autem Apheliis regredientur Nodi (per Coroll. 11. & 13. Prop. LXVI.) & regreſſus eorum, ſi fortè quieſcat planum Eclipticæ, erit (per Coroll. 16. Prop. LXVI.) ad progreſſum Aphelii in Orbe unoquoque, ut regreſſus Nodorum Lunæ ad progreſſum Aphelii ipſius quamproximè; hoc eſt ut 10 ad 21 circiter. Confirmare autem videntur obſervationes Aſtronomicæ Aphelia tardiſſimè progredi, & Nodos regredi, reſpectu Fixarum. Et inde veriſimile eſt, Cometas in regionibus ultra Planetas verſari. Hi in Orbibus valde excentricis revoluti, tranſcurrunt velociter Perihelia ſua, & motu in Apheliis longè tardiſſimo tempus ferè totum conterunt in regionibus ſupra Planetas, ut poſthac fuſiùs explicabitur.

Ex principiis allatis derivantur motus omnes Lunares hactenus ab Aſtronomis notati.

Planetas in hunc modum revolventes poſſe alios, ceu Satellites aut Lunas, circùm ſe deferre, conſtat (ex Propoſitione LXV.) Actione autem Solis fit ut Luna noſtra velociùs moveatur, &, radio ad Terram ducto, deſcribat aream pro tempore majorem, Orbemque habeat minùs curvum, atque adeò propiùs accedat ad Terram, in Syzygiis quàm in Quadraturis, niſi quatenus impedit motus excentricitatis. Namque excentricitas maxima eſt ubi Apogæum Lunæ in Syzygiis verſatur, & minima ubi idem in Quadraturis conſiſtit; & inde Luna in Perigæo velocior eſt & nobis propior, in Apogæo autem tardior, & remotior in Syzygiis quàm in Quadraturis. Progreditur inſuper Apogæum, & regrediuntur Nodi, ſed motu inæquabili: & Apogæum quidem velociùs progreditur in Syzygiis ſuis, tardiùs regreditur in Quadraturis, & exceſſu progreſſûs ſupra regreſſum annuatim fertur in conſequentia. Nodi autem quieſcunt in Syzygiis ſuis, & velociſſimè regrediuntur in Quadraturis. Sed & major

jor eſt Lunæ latitudo maxima in ipſius Quadraturis quàm in Syzygiis: & motus medius tardior in Perihelio Terræ quàm in ipſius Aphelio. Plures inæqualitates in motu Lunari nondum ab Aſtronomis notantur. Hæ autem omnes conſectantur ex principiis noſtris (per Coroll. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, Prop. LXVI.) & in cœlis reverà extare noſcuntur. Id in HORROXII Hypotheſi illâ ingenioſiſſimâ, &, ni fallor, omnium accuratiſſimâ, quam FLAMSTEDIUS ad cœlos aptavit, videre licet. Corrigendæ tamen ſunt Hypotheſes Aſtronomicæ in motu Nodorum. Hi æquationem ſeu proſtaphæreſin maximam admittunt in Octantibus ſuis, eſtque hæc inæqualitas maximè conſpicua, ubi Luna in Nodis atque adeò in Octantibus verſatur. Inde TYCHO & poſt eum alii rejecerunt hanc inæqualitatem in Octantes Lunæ, eamque fecerunt menſtruam. Docent autem rationes à nobis allatæ hanc ad Octantes Nodorum referri debere, & annuam conſtitui.

Ut & alii nonnulli nondum obſervati motus inæquabiles

Præter inæqualitates ab Aſtronomis notatas, extant aliæ nonnullæ, quibus motus Lunares adeò perturbantur, ut nullâ hactenus lege ad regulam aliquam certam reduci potuerint. Velocitates enim ſeu motus horarii Apogæi & Nodorum Lunæ, & eorundem æquationes, ut & differentia inter excentricitatem maximam in Syzygiis & minimam in Quadraturis, & inæqualitas quæ Variatio dicitur, augentur ac diminuuntur annuatim (per Corol. 14. Prop. LXVI.) in triplicatâ ratione diametri apparentis ſolaris. Eſtque Variatio præterea in ratione duplicatâ temporis inter quadraturas quamproximè (per Corol. 1. & 2. Lem. X. & Corol. 16. Prop. LXVI.) Sunt & inæqualitates omnes in parte orbis Solem verſùs paulò majores quàm in parte oppoſitâ, ſed differentiâ vix aut ne vix quidem ſenſibili.

Et diſtantiæ Lunæ à Terrâ ad tempus datum.

Per computationem quandam, quam brevitatis gratiâ non deſcribo, invenio etiàm quòd area quam Luna, radio ad Terram ducto, ſingulis temporis particulis æqualibus deſcribit, ſit quamproximè ut ſumma numeri $237\frac{5}{10}$, & ſinus verſi duplicatæ diſtantiæ Lunæ à Quadraturâ proximâ, in circulo cujus radius eſt unitas; atque adeò quòd quadratum diſtantiæ Lunæ à Terrâ ſit

ut ſumma illa diviſa per motum horarium Lunæ. Hæc ita ſe habent ubi Variatio in Octantibus eſt magnitudinis mediocris: ſin Variatio major ſit vel minor, augeri debet vel minui ſinus ille verſus in eâdem ratione. Tentent Aſtronomi quàm probè diſtantiæ ſic inventæ congruerint cum Lunæ diametris apparentibus.

Derivantur motus Satellitum Jovis & Saturni ex motibus Lunæ.

Ex motibus Lunæ noſtræ, derivare licet motus Lunarum ſeu Satellitum Jovis & Saturni. Namque motus medius Nodorum Satellitis extimi Jovialis, eſt ad motum medium Nodorum Lunæ noſtræ, in ratione compoſitâ ex ratione duplicatâ temporis periodici Terræ circa Solem ad tempus periodicum Jovis circa Solem, & ratione ſimplici temporis periodici Satellitis circa Jovem ad tempus periodicum Lunæ circa Terram (per Corol. 16. Prop. LXVI.) adeoque annis centum conficit Nodus iſte $8^{gr.}$ $24'$. in antecedentia. Motus medii Nodorum Satellitum interiorum ſunt ad motum hujus, ut illorum tempora periodica ad tempus periodicum hujus (per idem Corollarium) & inde dantur. Motus autem Augis Satellitis cujuſque in conſequentia, eſt ad motum Nodorum ipſius in antecedentia, ut motus Apogæi Lunæ noſtræ ad hujus motum Nodorum (per idem Corol.) & inde datur. Æquationes maximæ Nodorum & Augis Satellitis cujuſque ſunt ad æquationes maximas Nodorum & Augis Lunæ reſpectivè, ut motus Nodorum & Augis Satellitum, tempore unius revolutionis æquationum priorum, ad motus Nodorum & Apogæi Lunæ tempore unius revolutionis æquationum poſteriorum. Variatio Satellitis è Jove ſpectati eſt ad variationem Lunæ, ut ſunt motus toti Nodorum temporibus periodicis Satellitis & Lunæ ad invicem (per idem Corollarium) adeoque in Satellite extimo non ſuperat $5''$. $12'''$. Parvitate harum inæqualitatum, & tarditate motuum, fit ut motus Satellitum tam regulares reperiantur; utque Aſtronomi recentiores aut motum omnem Nodis denegent, aut aſſerant tardiſſimè retrogradum.

Planetas reſpectu fixarum æquabili motu circum axes ſuos re-

Interea dum Planetæ in hunc modum circùm centra longinqua in orbem redeunt, rotantur ſinguli circùm axes proprios, Sol quidem diebus 26; Jupiter horis 9, minutis primis 56; Mars horis $24\frac{2}{3}$; Venus horis 23; idque in planis ad planum Eclipticæ non multùm inclinatis, & ſecundùm ordinem ſignorum

rum; ut ex maculis in eorum corporibus per vices in conſpectum redeuntibus definiunt Aſtronomi. Similis eſt revolutio Terræ noſtræ facta horis 24. Hos motus actionibus virium centripetarum non accelerari nec retardari conſtat (per Corol. 22. Prop. LXVI.) Sunt igitur præ ceteris omnibus æquabiles, atque adeò ad menſuram temporis aptiſſimi. Sed, revolutiones ex reditu, non ad Solem, ſed ad Stellam aliquam fixam, definiendæ ſunt æquabiles. Nam, ſitu Planetarum ad Solem inæquabiliter variato, revolutiones eorum à Sole ad Solem redduntur inæquabiles.

volvi hunc motum ad æquationem temporis aptiſſimum eſſe.

Sic, & Luna revolvitur circa axem proprium, motu maximè æquabili, reſpectu Fixarum. Revolvitur autem tempore dierum 27, horarum 7, min. 43. id eſt, menſe ſidereo, ita ut motus iſte diurnus æqualis ſit motui medio Lunæ in Orbe ſuo. Proinde eadem Lunæ facies convertetur ſemper in centrum, circa quod motus iſte medius peragitur, hoc eſt, in Orbis Lunaris umbilicum exteriorem quàmproximè. Inde oritur deflexio faciei de Terrâ, nunc in Orientem quidem, nunc verò in Occidentem, pro ſitu umbilici, quem reſpicit; eſtque deflexio illa æqualis proſtaphæreſi Orbis Lunaris, ſeu differentiæ inter motum medium, & verum. Hæc eſt libratio Lunæ in longitudinem. Eſt & libratio in latitudinem, orta ab inclinatione axis Lunaris ad planum Orbis, in quo Luna circa Terram revolvitur. Servat enim axis ille ſitum ſuum ad Fixas quàmproximè, & inde Poli nobis per vices in conſpectum veniunt. Id intelligere licet ex motu Telluris, cujus Poli, ob inclinationem axis ad planum Eclipticæ, per vices illuſtrantur à Sole. Situm axis ad Fixas & ſitûs hujus variationem, exactè determinare, Problema eſt Aſtronomo dignum.

Lunam pariter motu diurno circa axem ſuum revolvi, & inde librationem ipſius oriri.

Ex Planetarum revolutionibus diurnis conatur materia recedere ab axibus hujus motûs, & inde partes liquidæ ſurgunt paulò altiùs juxta Æquatorem, quàm juxta Polos, parteſque ſolidas inundabunt, niſi pariter ſurgentes. Ideò Planetæ paulò craſſiores ſunt juxta Æquatorem, quàm juxta Polos, & eorum Puncta æquinoctialia propterea regrediuntur; axeſque, motu oſcillatorio, bis in ſingulis revolutionibus nutant, & bis redeunt ad inclina-

De præceſſione Æquinoctiorum, deque motu libratorio axis Telluris, & Planetarum.

D 3 tionem

tionem priorem; ut (in Corol. 18. Prop. LXVI.) expoſitum eſt. Nam, & Jupiter, prælongis tubis viſus, non omnino rotundus cernitur, ſed illius diameter Eclipticæ parallela paulò eſt oblongior, quàm quæ à Septentrione in Auſtrum ducitur.

Mare bis fluere debere, & bis refluere ſingulis diebus, & æſtum incidere in horam tertiam ab appulſu luminaris ad Meridianum loci.

A Telluris etiam motu diurno, & attractionibus Solis & Lunæ, Mare noſtrum, ſingulis diebus, tam Lunaribus, quàm Solaribus, bis intumeſcere debet, & bis defluere per Corol. 19, & 20. Prop. LXVI, & aquæ altitudo maxima præcedere horam ſextam diei utriuſque, & ſequi duodecimam præcedentem. Tarditate motûs diurni retrahitur æſtus ad horam duodecimam, & vi motûs reciprocationis protrahitur idem, & in horam ſextæ propiorem differtur. Interea, dum tempus per phænomena certiùs determinabitur, quidni, rationem mediocrem tenentes, conjiciamus æſtum maximum in horam tertiam? Hoc pacto aqua toto tempore aſcendet, quo vis Luminarium ad ipſam attollendam major eſt, deſcendetque toto tempore, quo minor eſt. Namque vis illa major eſt ab horâ nonâ ad horam tertiam, & minor à tertiâ ad nonam. Horas numero ab appulſu Luminaris utriuſque ad Meridianum loci, tam infra Horizontem, quàm ſupra: & per horas diei Lunaris intelligo vigeſimas quartas partes temporis, quo Luna, motu apparente diurno, ad Meridianum loci revolvitur.

Æſtus maximos in Syzygiis Luminarium, ac Terræ, minimos in Quadraturis fieri; Idque horâ tertiâ ab appulſu Lunæ ad Meridianum loci: aſt, extra Syzygias & Quadraturas, de-

Motus autem bini, quos Luminaria duo excitant, non cernentur diſtinctè, ſed motum quendam mixtum efficient. In Luminarium Conjunctione, vel Oppoſitione, conjungentur eorum effectus, & componetur fluxus & refluxus maximus. In Quadraturis Sol attollet aquam, ubi Luna deprimit, deprimetque, ubi Luna attollit; &, ex effectuum differentiâ, æſtus omnium minimus orietur. Et quoniam, experientiâ teſte, major eſt effectus Lunæ quàm Solis, incidet aquæ maxima altitudo in horam tertiam Lunarem. Extra Syzygias & Quadraturas, æſtus maximus, qui ſolâ vi Lunari incidere ſemper deberet in horam tertiam Lunarem, & ſolâ Solari in tertiam Solarem, compoſitis viribus, incidet in tempus aliquod intermedium, quod tertiæ Lunari propinquius eſt; adeòque in tranſitu Lunæ à Syzygiis ad Quadraturas, ubi hora tertia Solaris præcedit tertiam Lunarem, maxima aquæ

aquæ altitudo præcedet etiam tertiam Lunarem, idque maximo intervallo paulò poſt Octantes Lunæ; & paribus intervallis æſtus maximus ſequetur horam tertiam Lunarem in tranſitu Lunæ à Quadraturis ad Syzygias.

viare aliquantulùm ab horâ illâ tertiâ in horam tertiam ab appulſu.

Pendent autem effectus Luminarium ex eorum diſtantiis à Terrâ. In minoribus enim diſtantiis majores ſunt eorum effectus, in majoribus minores, idque in triplicatâ ratione diametrorum apparentium. Igitur Sol, tempore hyberno, in Perigæo exiſtens, majores edit effectus, efficitque ut æſtus in Syzygiis majores ſint, & in Quadraturis minores (ceteris paribus), quàm tempore æſtivo; & Luna in Perigæo ſingulis menſibus majores ciet æſtus, quàm antè, vel poſt, dies quindecim, ubi in Apogæo verſatur. Unde fit, ut æſtus duo omnino maximi in Syzygiis continuis ſe mutuò non ſequantur.

Majores eſſe æſtus ubi Luminaria ſunt in Perigæis.

Pendet etiam effectus utriuſque Luminaris ex ipſius Declinatione, ſeu diſtantiâ ab Æquatore. Nam, ſi Luminare in Polo conſtitueretur, traheret illud ſingulas aquæ partes conſtanter, abſque actionis intenſione & remiſſione; adeòque motûs reciprocationem nullam cieret. Igitur Luminaria, recedendo de Æquatore Polum verſùs, effectus ſuos gradatim amittent, & propterea minores ciebunt æſtus in Syzygiis ſolſtitialibus, quàm in æquinoctialibus. In Quadraturis autem ſolſtitialibus majores ciebunt æſtus, quàm in Quadraturis æquinoctialibus; eò quòd Lunæ jam in Æquatore conſtitutæ effectus maximè ſuperat effectum Solis. Incidunt igitur æſtus maximi in Syzygias, & minimi in Quadraturas Luminarium, circa tempora Æquinoctii utriuſque; & æſtum maximum in Syzygiis comitatur ſemper minimus in Quadraturis, ut experientiâ compertum eſt. Per minorem autem diſtantiam Solis à Terrâ, tempore hyberno quàm tempore æſtivo, fit, ut æſtus maximi & minimi ſæpiùs præcedant Æquinoctium vernum, quàm ſequantur, & ſæpiùs ſequantur autumnale, quàm præcedant.

Majores eſſe æſtus circa Æquinoctia.

Pendent etiam effectus Luminarium ex locorum latitudine. Deſignet *ApEP* Tellurem aquis profundis undique coopertam; *C* centrum ejus; *P*, *p* polos; *AE* Æquatorem; *F* locum quemvis extra Æquatorem; *Ff* parallelum loci; *Dd* parallelum ei reſpon-

TAB. I. *Fig.* 4. Æſtus extra Æquatorem vicibus al-

ternis majores & minores fieri.
TAB. I. Fig. 4.

reſpondentem ex alterâ parte Æquatoris; *L* locum, quem Luna ante horas tres occupabat; *H* locum Telluris ei perpendiculariter ſubjectum; *h* locum huic oppoſitum; *K*, *k* loca inde gradibus 90 diſtantia; *CH*, *Ch* Maris altitudines maximas menſuratas à centro Telluris; & *CK*, *Ck* altitudines minimas: &, ſi axibus *Hh*, *Kk* deſcribatur Ellipſis, deinde Ellipſeos hujus revolutione circa axem majorem *Hh* deſcribatur Sphærois *HPKhpk*; deſignabit hæc figuram Maris quàmproximè; & erunt *CF*, *Cf*, *CD*, *Cd*, altitudines Maris in locis *F*, *f*, *D*, *d*. Quinetiam, ſi in præfatâ Ellipſeos revolutione punctum quodvis *N* deſcribat circulum *NM*, ſecantem parallelos *Ff*, *Dd* in locis quibuſvis *R*, *T*, & Æquatorem *AE* in *S*; erit *CN* altitudo Maris in locis omnibus *R*, *S*, *T*, ſitis in hoc circulo. Hinc, in revolutione diurnâ loci cujuſvis *F*, affluxus erit maximus in *F*, horâ tertiâ poſt appulſum Lunæ ad Meridianum ſupra Horizontem; poſtea defluxus maximus in *Q*, horâ tertiâ poſt occaſum Lunæ; dein affluxus maximus in *f*, horâ tertiâ poſt appulſum Lunæ ad Meridianum infra Horizontem, ultimò defluxus maximus in *Q*, horâ tertia poſt ortum Lunæ: & affluxus poſterior in *f* erit minor, quàm affluxus prior in *F*. Diſtinguitur enim Mare totum in duos omnino fluxus ingentes & hemiſphæricos, unum in Hemiſphærio *KHkC* ad Boream vergentem, alterum in Hemiſphærio oppoſito *KhkC*, quos igitur fluctum borealem & fluctum auſtralem nominare licet. Hi fluctus ſemper ſibi mutuò oppoſiti veniunt per vices ad Meridianos locorum ſingulorum, interpoſito intervallo horarum Lunarium duodecim. Cùmque regiones boreales magis participant fluctum borealem, & auſtrales magis auſtralem, inde oriuntur æſtus alternis vicibus majores & minores, in locis ſingulis extra Æquatorem. Æſtus autem major, declinante Lunâ in verticem loci, incidet in horam circiter tertiam poſt appulſum Lunæ ad Meridianum ſupra Horizontem, & Lunâ Declinationem mutante vertetur in minorem. Et fluxuum differentia maxima incidet in tempora Solſtitiorum; præſertim ſi Lunæ Nodus aſcendens verſatur in principio Arietis. Sic æſtus matutini, tempore hyberno, ſuperant veſpertinos, & veſpe-

Digitized by Google

veſpertini, tempore æſtivo, matutinos, ad *Plymutbum* quidem altitudine quaſi pedis unius, ad *Briſtoliam* verò altitudine quindecim digitorum, obſervantibus COLEPRESSIO & STURMIO.

Motus autem hactenus deſcripti mutantur aliquantulùm per vim illam reciprocationis aquarum, quâ Maris æſtus, etiam ceſſantibus Luminarium actionibus, poſſet aliquamdiu perſeverare. Conſervatio hæcce motûs impreſſi minuit differentiam æſtuum alternorum; & æſtus, proximè poſt Syzygias, majores reddit, eoſque, proximè poſt Quadraturas, minores. Unde fit, ut æſtus alterni ad *Plymutbum* & *Briſtoliam* non multò magis differant ad invicem, quàm altitudine pedis unius, vel digitorum quindecim; utque æſtus omnium maximi in iiſdem portubus non ſint primi à Syzygiis, ſed tertii.

Per motûs impreſſi conſervationem minui differentiam æſtuum, & fieri quoque, ut æſtus maximus menſtruus ſit tertius à Syzygiâ.

Fieri etiam poteſt, ut æſtus omnium maximus ſit quartus, vel quintus à Syzygiis, vel tardiùs adveniat, eò quòd retardantur motus Marium in tranſitu per loca vadoſa ad littora. Sic enim æſtus accedit ad littus occidentale *Hiberniæ*, horâ tertiâ Lunari; &, poſt horam unam & alteram, ad portus in littore auſtrali ejuſdem Inſulæ, ut & ad *Inſulas Caſſiterides*, vulgo *Sorlings* dictas; dein ſucceſſivè ad *Falmutbum*, *Plymutbum*, *Portlandiam*, *Inſulam Vectam*, *Wincbelſejam*, *Doveriam*, oſtium *Tameſis*, & pontem *Londinenſem*, conſumptis horis duodecim in hoc itinere. Sed, & Oceani ipſius alveis haud ſatis profundis impeditur æſtuum propagatio. Incidit enim æſtus ad *Inſulas Fortunatas*, & ad occidentalia marique *Atlantico* expoſita littora *Hiberniæ*, *Galliæ*, *Hiſpaniæ*, & *Africæ* totius, uſque ad *Ca ut bonæ ſpei*, in horam tertiam Lunarem; præterquam in locis nonnullis vadoſis, ubi æſtus impeditus tardiùs advenit, inque *Freto Gaditano*, quod, motu ex Mari mediterraneo propagato, citiùs æſtuat. Pergendo verò de his littoribus per Oceani latitudinem ad oras *Americæ*, accedit æſtus primò ad *Braſiliæ* littora maximè orientalia circa horam Lunarem quartam, vel quintam; deinde ad oſtium *Fluvii Amazonum* horâ ſextâ; ad Inſulas verò adjacentes horâ quartâ; poſtea ad *Inſulas Bermudas* horâ ſeptimâ, & ad *Floridæ* portum *S. Auguſtini* horâ $7\frac{1}{2}$. Tardiùs igitur pro-

Motus Maris impedimento alveorum retardari.

Digitized by Google

progreditur æſtus per Oceanum, quàm pro ratione motûs Lunæ. Et perneceſſaria eſt hæcce retardatio, ut Mare eodem tempore deſcendat inter *Braſiliam* & *Novam Franciam*, aſcendatque ad *Inſulas Fortunatas* & litora *Europæ* & *Africæ*, & vice verſâ. Namque Mare aſcendere nequit in uno loco, quin ſimul deſcendat in altero. Legè jam deſcriptâ agitari quoque *Mare Pacificum* veriſimile eſt. Namque æſtus altiſſimi in litore *Chilienſi* & *Peruviano* incidere dicuntur in horam tertiam Lunarem; ſed, quâ velocitate propagantur inde ad litus orientale *Japoniæ*, & ad *Inſulas Philippinas*, ceteraſque regno *Sinarum* adjacentes, nondum reperi.

Ex alveorum & litorum impedimentis varia oriri phænomena: ut, quòd Mare non niſi ſemel intumeſcat diebus ſingulis.

Porrò fieri poteſt, ut æſtus propagetur ab Oceano per freta diverſa ad eundem portum, & citiùs tranſeat per aliqua freta, quàm per alia: quo in caſu æſtus idem, in duos vel plures ſucceſſivè advenientes diviſus, componere poſſit motus novos diverſorum generum. Fingamus æſtum dividi in duos æquales, quorum prior præcedat alterum ſpatio horarum ſex, incidatque in horam, vel tertiam, vel viceſimam ſeptimam ab impulſu Lunæ ad Meridianum portûs. Si Luna, in hocce ad Meridianum appulſu, verſabatur in Æquatore, venient ſingulis horis ſenis æquales affluxus, qui, in mutuos refluxus incidendo, eoſdem affluxibus æquabunt, & ſic ſpatio diei illius efficient, ut aqua tranquillè ſtagnet. Sin Luna tunc declinabat ab Æquatore, fient æſtus in Oceano vicibus alternis majores & minores, uti dictum eſt; & inde propagabuntur in hunc portum affluxus bini majores & bini minores, vicibus alternis. Affluxus autem bini majores component aquam altiſſimam in medio inter utrumque; affluxus major & minor faciet, ut aqua aſcendat ad mediocrem altitudinem in medio; & inter affluxus binos minores aqua aſcendet ad altitudinem minimam. Sic ſpatio viginti quatuor horarum, aqua non bis, ut fieri ſolet, ſed ſemel tantùm perveniet ad maximam altitudinem, & ſemel ad minimam; & altitudo maxima, ſi Luna declinat in Polum ſupra Horizontem loci, incidet in horam, vel ſextam, vel triceſimam, ab appulſu Lunæ ad Meridianum, atque, Lunâ declinationem mutante, mutabitur in defluxum.

xum. Quorum omnium exemplum habemus in portu regni *Tunquini* ad *Bathſam* in latitudine boreali 20gr. 50′. Ibi aqua, die tranſitum Lunæ per Æquatorem ſequente, ſtagnat; dein, Lunâ ad boream declinante, incipit fluere & refluere, non bis, ut in aliis portubus, ſed ſemel ſingulis diebus; & æſtus incidit in occaſum Lunæ, defluxus maximus in ortum: cum Lunæ declinatione augetur hic æſtus uſque ad diem ſeptimum, vel octavum; dein per alios ſeptem dies iiſdem gradibus decreſcit, quibus antea creverat; &, Lunâ declinationem mutante, ceſſat, & mox mutatur in defluxum. Incidit enim ſubinde defluxus in occaſum Lunæ, & affluxus in ortum, donec Luna iterum mutet declinationem. Aditus de Oceano in hunc portum duplex patet: unus, rectior & brevior, inter *Inſulam Hainan* & litora *Quantungi* Provinciæ *Sinarum*; alter per circuitum inter Inſulam eandem & litora *Cochini*. Per breviorem citiùs propagatur æſtus ad *Bathſam*. Phil. Tranſact. Num. 162.

In alveis fluminum pendet influxus & refluxus à fluminum curſu. Nam curſus ille facit aquam tardiùs influere ex Mari, & in Mare citiùs & velociùs refluere, atque adeò diutiùs refluere, quàm influere, præſertim ſi longè in flumen aſcenditur, ubi minor eſt vis Maris. Sic in fluvio *Avonæ*, ad tertium lapidem infra *Briſtoliam*, refert STURMIUS aquam horis quinis influere, ſeptenis refluere: ſupra *Briſtoliam*, ut ad *Canesham*, vel *Bathoniam*, differentia proculdubio major eſt. Pendet etiam hæc differentia à magnitudine fluxûs & refluxûs. Nam, prope Luminarium Syzygias, vehementior Maris motus, faciliùs ſuperando reſiſtentiam fluminum, faciet aquam citiùs ac diutiùs influere, adeòque minuet hanc differentiam. Interea verò, dum Luna ad Syzygias properat, neceſſe eſt ut flumina, ob curſus ſuos per magnitudinem æſtuum impeditos, magis impleantur, & propterea Maris refluxum paulò magis impediant proximè poſt Syzygias, quàm proximè ante. Eâ de cauſâ æſtus omnium tardiſſimi non incident in ipſas Syzygias, ſed paulò præcedent. Dixi æſtus etiam ante Syzygias retardari vi Solis. Conjungatur cauſa utraque; & æſtuum retar- Tempora æſtuum intra fluviorum alveos eſſe magis inæqualia, quàm in Oceano.

datio & major erit & Syzygias magis præcedet. Quæ omnia ita ſe habere colligo ex Tabulis æſtuum, quas FLAMSTEDIUS ex obſervationibus quàmplurimis conſtruxit.

TAB. I. *Fig.* 5.

Æſtus à Mari majore & profundiore majores oriri; & majores eſſe ad littora Continentium, quàm in medio Mari ad Inſulas; atque adhuc majores in ſinubus vadoſis, ore lato in Oceanum patentibus.

Legibus hactenus deſcriptis reguntur æſtuum tempora. Magnitudo pendet à magnitudine Marium. Deſignet C centrum Terræ; $EADB$ ovalem Maris figuram; CA ovalis hujus ſemiaxem majorem; CB ſemiaxem minorem priori inſiſtentem ad angulum rectum; D punctum medium inter A & B; & ECF, vel eCf angulum ad centrum Terræ, quem Maris, litoribus E, F, vel e, f, terminati latitudo ſubtendit. Verſetur autem punctum A in medio inter puncta E, F; & punctum D in medio inter puncta e, f; &, ſi per differentiam altitudinum CA, CB exponatur quantitas æſtûs in Mari profundiſſimo Terram totam cingente, deſignabit exceſſus altitudinis CA ſuper altitudinem CE, vel CF, quantitatem æſtûs in medio Maris EF litoribus E, F, terminati; & exceſſus altitudinis Ce ſuper altitudinem Cf, quantitatem æſtûs ad litora ejuſdem Maris quamproximè. Unde liquet æſtus in medio Mari longè minores eſſe, quàm ad litora, & æſtus ad litora eſſe, propemodum, ut Maris latitudo EF, arcu quadrantali non major. Et hinc eſt, quòd prope Æquatorem, ubi Mare inter *Africam* & *Americam* anguſtum eſt, æſtus ſint multò minores, quàm hinc inde in Zonis Temperatis, ubi Maria latè patent, inque *Maris Pacifici* litoribus ferè cunctis, tam *Americanis*, quàm *Sinicis*, & intra Tropicos & extra; quòdque ad Inſulas medio in Mari ſitas vix aſſurgant ultra pedes duos, vel tres; in litoribus autem magnarum Continentium ſint triplò, vel quadruplò majores, & ultra: præſertim ſi motus, de Oceano patente venientes, gradatim contrahantur in ſpatium anguſtum, & aqua cum impetu magno per loca vadoſa, ad ſinus alternis vicibus implendos & evacuandos, influere & effluere cogatur: ut ad *Plymuthum* & pontem *Chepſtowæ* in *Angliâ*; ad montes S. *Michaelis* & urbem *Abrincatuorum* (vulgo *Aurancbes* dictam) in *Normanniâ*; ad *Cambajam* & *Pegu* in *Indiâ orientali*. His in locis Mare, magnâ cum velocitate accedendo & recedendo, littora nunc inundat, nunc

hunc arida relinquit ad multa milliaria. Neque impetus accedendi, vel recedendi priùs frangi poteſt, quàm aqua attollitur, vel deprimitur ad pedes, 40, vel 50, & ampliùs. Sic & freta oblonga, vadoſa, & oſtiis reliquo alveo amplioribus & profundioribus in Oceanum patentia, (cujus generis ſunt *Britannicum*, & *Magellanicum*, ad introitum orientalem,) magis fluent & refluent, curſumve intendent & remittent; eâque de cauſâ altiùs aſcendent ac deprimentur. Ad littora *Americæ auſtralis*, *Mare Pacificum* non raró in refluxu ſuo remeare dicitur ad milliaria duo, & fugere viſum in litore ſtantis. Unde & ibi æſtus fiunt ſolito altiores. In aquis autem profundioribus ſemper minor eſt fluendi & refluendi velocitas, & propterea minor quoque aſcenſus ac deſcenſus. Nec Oceanus talibus in locis ad pedes pluſquàm ſex, octo, vel decem, aſcendere noſcitur. Aſcenſûs verò quantitatem ſic computo.

Deſignet *S* Solem; *T* Terram; *P* Lunam; *PAGB* orbem Lunæ. In *SP* capiatur *SK* æqualis *ST*, & *SL* ad *SK* in duplicatâ ratione *SK* ad *SP*, & ipſi *PT* agatur parallela *LM*; &, ſi vis mediocris circumſolaris agens in Terram exponatur per diſtantiam *ST*, vel *SK*, erit *SK* vis circumſolaris agens in Lunam. Ea componitur ex partibus *SM*, *LM*; quarum *LM*, & ipſius *SM* pars *TM*, perturbat motum Lunæ, (ut in Prop. LXVI & ejus Corollariis expoſitum eſt.) Quatenus Terra & Luna circa commune gravitatis centrum revolvuntur, urgebitur Terra viribus conſimilibus; ſed ſummas, tam virium, quàm motuum, referre licet ad Lunam, & ſummas virium per lineas ipſis analogas *TM* & *ML* deſignare. Vis *ML*, in mediocri ſuâ quantitate, eſt ad vim, quâ Luna in orbe ſuo circa Terram quieſcentem, ad diſtantiam *PT*, revolvi poſſet, in duplicatâ ratione temporum periodicorum Lunæ circa Terram & Terræ circa Solem, (per Coroll. 17. Prop. LXVI:) hoc eſt, in duplicatâ ratione dierum 27, hor. 7, min. 43, ad dies 365, hor. 6, min. 9; id eſt, ut 1000 ad 178725, ſeu 1 ad $178\frac{29}{40}$. Vis, quâ Luna in orbe ſuo circa Terram quieſcentem, ad diſtantiam *PT* ſemidiametrorum terreſtrium $60\frac{1}{2}$, revolvi poſſet, eſt ad vim, quâ eodem tempore ad diſtantiam ſemidiametrorum 60 revolvi poſſet, ut

TAB. I. *Fig.* 6.

Ex Principiis allatis computatur vis Solis ad perturbandos motus Lunæ.

$60\frac{1}{2}$ ad 60; & hæc vis ad vim gravitatis apud nos, ut 1 ad 60×60. Ideòque vis mediocris *ML* eſt ad vim gravitatis in ſuperficie Terræ, ut $1 \times 60\frac{1}{2}$ ad $60 \times 60 \times 60 \times 178\frac{29}{40}$, ſeu 1 ad 638092, 6. Unde datur etiam vis *TM*, ex proportione linearum *TM*, *ML*. Hæ ſunt vires Solis, quibus motus Lunæ perturbatur.

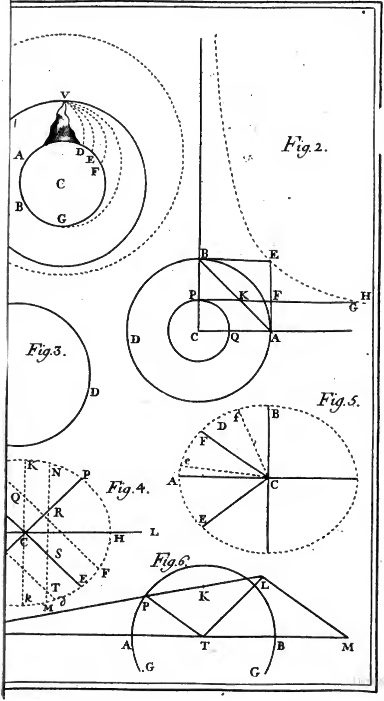
Computatur vis Solis ad Mare movendum.

Si deſcendatur de orbe Lunæ ad ſuperficiem Terræ, minuentur hæ vires in ratione diſtantiarum $60\frac{1}{2}$ ad 1; adeòque vis *ML* jam fiet 38604600 vicibus minor, quàm vis gravitatis. Hæc vis, Terram undique æqualiter urgendo, vix, aut ne vix quidem, mutabit motum Marium, adeòque in explicatione motûs illius negligi poſſit. Vis altera *TM* in locis, in quorum Zenith, vel Nadir Sol conſtituitur, eſt triplò major, quàm vis *ML*, adeòque 12868200 vicibus minor, quàm vis gravitatis.

TAB. I. Fig. 7.

Computatur altitudo æſtûs ſub Æquatore ex vi Solis oriunda.

Deſignet jam *ADBE* Telluris ſuperficiem ſphæricam; *aDbE* aquam ſupernatantem; *C* centrum utriuſque; *A* locum, cui Sol perpendiculariter imminet; *B* locum oppoſitum; *D*, *E* loca inde gradibus nonaginta diſtantia; *ACEmlk* canalem cylindricum rectangulum tranſeuntem per centrum Terræ. Vis *ML* in loco quolibet eſt ut diſtantia loci à plano *DE*, cui recta *AC* perpendicularis eſt; adeòque in canalis parte *kClm* nulla eſt; in parte alterâ *AClk* eſt ut gravitas in ſingulis altitudinibus. Nam gravitas, in deſcenſu ad centrum Terræ, eſt ubique ut altitudo (per Prop. LXXIII) Igitur vis *ML*, urgendo aquam ſurſum, minuet gravitatem ejus, in canalis crure *AClk*, in datâ ratione. Et propterea aqua in hoc crure aſcendet, ut defectus gravitatis compenſetur majore altitudine; neque priùs ſtabit in æquilibrio, quàm gravitas totius æquetur gravitati totius in canalis crure *ClmE*. Quoniam gravitas particulæ cujuſque eſt ut diſtantia ipſius à centro Terræ, creſcet pondus aquæ totius in crure canalis in duplicatâ ratione altitudinis; adeòque altitudo aquæ in crure *AClk*, fiet ad altitudinem aquæ in crure *ClmE*, in dimidiatâ ratione numeri 12868201 ad 12868200, ſive in ratione numeri 25623053 ad numerum 25623052; & altitudo in crure alterutro *EClm* ad differentiam altitudinum, ut 25623052 ad



Digitized by Google

Digitized by Google

ad 1. Eſt autem altitudo illa, in crure *EClm*, pedum *Pariſienſium* 19615800, ut à *Gallis* nuper definitum eſt: & inde, per analogiam illam, prodit differentia altitudinum $9\frac{1}{7}$ digitorum hujus pedis. Igitur vi Solis major erit altitudo Maris ad *A*, quàm ad *E*, digitis, circiter, novem. Et quamvis aqua in canali *ACEmlk* congeletur & rigeat, manebunt tamen altitudines aquarum Terræ ſupernatantium ad *A*, & *E*, locaque omnia intermedia.

Computatur altitudo æſtus, ſub Parallelis, ex vi Solis oriunda.

Deſignet *Aa* exceſſum illum altitudinis digitorum novem ad *a*; & *bf* exceſſum altitudinis in alio quovis loco *b*; & ad *DC* demittatur normalis *fG* occurrens ſphæræ in *F*. Ob ingentem Solis diſtantiam, (quâ fit, ut lineæ omnes ad Solem tendentes pro parallelis haberi poſſint,) eſt vis *TM* in loco quovis *b*, vel *f*, ad vim illam in loco *A*, ut ſinus *FG* ad radium *AC*; adeòque, cùm vires illæ tendant ſecundùm lineas parallelas in Solem, generabunt hæ parallelas altitudines *Ff*, *Aa*, in eâdem ratione. Et propterea figura aquæ *DfaEb* ſphærois erit facta per revolutionem Ellipſeos circa majorem axem *ab*. Eſt inſuper altitudo perpendicularis *fb* ad altitudinem obliquam *fF*, ut *fG*, ad *fC*, ſeu *FG* ad *AC*; & propterea altitudo *fb* eſt ad altitudinem *Aa* in duplicatâ ratione *FG* ad *AC*, id eſt in ratione, quam habet ſinus verſus anguli *DCf* duplicati ad duplicatum radium, & inde datur. Et hinc, Sole circa Terram apparenter revolvente, innoteſcit ratio intumeſcentiæ ac detumeſcentiæ ſingulis momentis in loco quolibet ſub Æquatore. Innoteſcit etiam decrementum æſtûs Maris, tam ex latitudine locorum, quàm ex declinatione Solis, oriundum. Nimirum, quòd ex latitudine locorum, aſcenſus & deſcenſus Maris in locis ſingulis diminuitur in ratione duplicatâ ſinûs complementi latitudinis; quòdque, ex declinatione Solis, aſcenſus & deſcenſus ille ſub Æquatore diminuitur in ratione duplicatâ ſinûs complementi declinationis: ſed, & extra Æquatorem, ſemiſumma aſcenſûs matutini & aſcenſûs veſpertini, id eſt, aſcenſus mediocris, diminuitur in eâdem ratione quamproximè.

De-

Ratio æſtuum ſub Æquatore in Syzygiis & Quadraturis ex vi Solis & Lunæ conjunctim.

Deſignent S & L vires Solis & Lunæ in Æquatore verſantium, & mediocriter diſtantium à Terrâ; R radium; T, & U ſinus verſos duplicatorum complementorum declinationis Solis & Lunæ ad tempus datum; D, & E mediocres diametros apparentes Solis & Lunæ; F ac G earum diametros apparentes ad tempus illud datum, & erunt vires ad æſtus ſub Æquatore ciendos, in Syzygiis quidem $\frac{VG^3}{2RE^3}L + \frac{TF^3}{2RD^3}S$; in Quadraturis autem $\frac{VG^3}{2RE^3}L - \frac{TF^3}{2RD^3}S$. Si eadem æſtuum ratio obſervetur etiam ſub parallelis, habebimus, ex obſervationibus in boreali noſtrâ regione exactè factis, proportionem inter vires L & S. Et tum demum per hanc regulam prædicere licebit quantitates æſtuum ad ſingulas Syzygias & Quadraturas.

Computatur vis Lunæ ad æſtus ciendos & altitudo aquæ inde oriunda.

Ante oſtium fluvii *Avonæ* ad lapidem tertium infra *Briſtoliam*, tempore verno & autumnali, totus Aquæ aſcenſus in conjunctione & oppoſitione Luminarium, obſervante SAMUELE STURMIO, eſt quaſi pedum 45; in Quadraturis autem pedum tantùm 25. Luminarium diametros apparentes, quæ hic non definiuntur, aſſumamus eſſe mediocres, ut & Lunæ declinationem in Quadraturis æquinoctialibus mediocrem eſſe, ſeu graduum $23\frac{1}{2}$; & ſinus verſus duplicati complementi erit 1682, poſito radio 1000. Solis autem in Æquinoctiis & Lunæ in Syzygiis declinatio nulla eſt, & ſinus verſus duplicati complementi 2000. Inde fit vis in Syzygiis $L+S$, in Quadraturis $\frac{1682}{2000}L - S$, æſtuum altitudinibus 45 pedum & 25 pedum, ſeu 9 paſſuum & 5 paſſuum proportionalis. Et, ductis extremis & mediis in ſe, fit $5L + 5S = \frac{15138}{2000}L - 9S$, ſeu, $L = \frac{28000}{5138}S = 5\frac{5}{11}S$. Porrò tempore æſtivo aſcenſum Maris in Syzygiis eſſe ad aſcenſum in Quadraturis, ferè ut 5 ad 4 memini me audiſſe. In ipſis Solſtitiis veriſimile proportionem paulò minorem eſſe, puta, 6 ad 5. Inde verò conſectatur eſſe $L = 5\frac{1}{6}S$. Donec aliquid certius ex obſervationibus conſtiterit, aſſumamus $L = 5\frac{1}{3}S$, & cum æſtus ſint ut vires, vis autem Solaris cieat æſtum altum novem digitos, vis Lunaris ciebit æſtum altum pedes quatuor. Demus altitudinem illam, per vim reciprocationis aquarum, quâ motus ſemel impreſſus

ſus aliquamdiu conſervatur, duplicari, vel fortè triplicari, & generabitur æſtuum quantitas illa omnis, quæ in Oceanis revera conſpicitur.

Has vires Solis & Lunæ vix aliter quàm per æſtus Maris ſentiri poſſe.

Sufficiunt igitur hæ vires commovendo Mari: aſt alios tamen effectus ſenſibiles in hac Terrâ, quantùm animadverto, producent nullos. Nam, cùm granum unum in pondere granorum 4000 ope libræ exactiſſimæ ſentiri vix poſſit; vis autem ſolaris ad ciendos æſtus ſit 12868200 vicibus minor vi gravitatis, & ſumma virium Solis & Lunæ major exiſtens in ratione $6\frac{1}{3}$ ad 1, ſit 2032890 vicibus minor vi eâdem gravitatis; perſpicuum eſt, quòd conjunctæ illæ vires ſint vicibus quingentis minores, quàm quæ pondus corporis cujuſvis, in librâ appenſi, ſenſibiliter augere, vel minuere poſſint; & propterea corpus nullum appenſum movebunt ſenſibiliter. Unde, nec in experimentis Pendulorum, Barometrorum, Inſidentium aquæ ſtagnanti, & Staticis ſimilibus, ſenſibiles edent effectus. Atmoſphæra quidem his viribus fluet & refluet, ad modum Maris, ſed motu tam exiguo, ut exinde ventus nullus ſenſibilis oriatur.

Corpus Lunare eſſe quaſi ſextuplò denſius, quàm Solare.

Si Lunæ & Solis tam effectus in æſtibus ciendis, quàm diametri apparentes æquarentur inter ſe, forent horum vires abſolutæ ut magnitudines (per Coroll. 14. Prop. LXVI.) At lunaris effectus eſt ad effectum Solis, ut $5\frac{1}{3}$ ad 1, circiter: & diameter minor, in ratione $31\frac{1}{2}$ ad $32\frac{1}{5}$, ſeu 45 ad 46. Augenda eſt autem vis Lunæ in ratione effectûs directè, inque ratione triplicatâ diametri inverſè: eoque pacto fiet vis Lunæ, collata cum ipſius magnitudine, ad vim Solis, collatam cum hujus magnitudine, ut $5\frac{1}{3}$ ad ad 1 ſemel, & 45 ad 46 ter; id eſt, ut $5\frac{7}{10}$ ad 1, circiter. Habet igitur Luna vim abſolutam centripetam majorem in ratione $5\frac{7}{10}$ ad 1 pro magnitudine corporis ſui, quàm Sol pro magnitudine ſui; adeòque denſior eſt in eâdem ratione.

Lunam denſiorem eſſe Terrâ noſtrâ in ratione 3 ad 2 circiter.

Tempore $27^{d.}\ 7^{h.}\ 43'$, quo Luna revolvitur circa Terram, revolvi poſſet Planeta circa Solem ad diſtantiam 18,954 diametrorum Solis ab ipſius centro, poſito, quòd Solis diameter mediocris apparens ſit $32'\frac{1}{5}$. Hoc tempore revolvi poſſet Luna circa Terram quieſcentem, ad diſtantiam 30 diametrorum terreſtrium. Si idem eſſet numerus diametrorum in utroque caſu, foret vis abſoluta

Digitized by Google

circumterreſtris ad vim abſolutam circumſolarem, ut magnitudo Terræ ad magnitudinem Solis (per Coroll. 2. Prop. LXXII.) Quoniam plures ſunt diametri terreſtres in ratione 30 ad 18,954, minus erit corpus Telluris in ratione illâ triplicatâ, hoc eſt, in ratione $3\frac{28}{29}$ ad 1. Eſt igitur vis Telluris, pro magnitudine corporis ſui, ad vim Solis, pro magnitudine ſui, ut $3\frac{28}{29}$ ad 1, atque adeò denſitas Terræ ad denſitatem Solis in eâdem ratione. Cùm igitur denſitas Lunæ ſit ad denſitatem Solis ut $5\frac{7}{10}$ ad 1, erit denſitas Lunæ ad denſitatem Terræ ut $5\frac{7}{10}$ ad $3\frac{28}{29}$, ſeu 23 ad 16. Unde, cùm magnitudo Lunæ ſit ad magnitudinem Terræ, ut 1 ad $41\frac{1}{2}$, circiter, erit vis abſoluta centripeta Lunæ ad vim abſolutam centripetam Terræ, ut 1 ad 29 circiter; nec non quantitas materiæ in Lunâ, ad quantitatem materiæ in Terrâ, in eâdem ratione. Hinc datur commune centrum gravitatis Terræ & Lunæ exactiùs, quàm antè: quo cognito, licebit jam diſtantiam Lunæ à Terrâ magis accuratè colligere. Sed malim expectare donec proportio corporum Lunæ ac Terræ ad invicem ex phænomenis æſtûs marini determinetur exactiùs: ſperans etiam interea conſore, ut ambitus Terræ ex majoribus ſtationum intervallis menſuretur, quàm hactenus à quoquam factum fuit.

De Fixarum diſtantiâ.

Hactenus expoſui Syſtema Planetarum. Stellas autem fixas immenſis intervallis ab hoc Syſtemate diſtare colligitur ex defectu parallaxeos annuæ. Hanc minuto primo minorem eſſe certiſſimum eſt, & propterea diſtantias Fixarum ſuperare diſtantiam Saturni à Sole, vicibus pluſquam 360. Qui Terram Planetis, & Solem Fixis annumerant, longiùs amovebunt Fixas argumentis ſequentibus. Ex Telluris motu annuo oriri debet tranſlatio Fixarum inter ſe parallaxi duplicatæ propemodum æqualis. At Stellæ majores & propiores, reſpectu ulteriorum quæ per Teleſcopia ſolummodo viſuntur, nondum moveri notantur. Demus motum earum minorem eſſe minutis viginti ſecundis, & diſtantia Fixarum proximarum ſuperabit mediocrem diſtantiam Saturni vicibus 2000. Rurſus, Saturnus diſco ſuo 17″, vel 18″, lato excipit $\frac{1}{2,100000000}$ partem, circiter, lucis Solaris. Namque, tantò minor eſt diſcus ille ſuperficie totâ ſphæricâ orbis Saturnii. Si Saturnus reflectere ſuppona-

ponatur quaſi partem quartam hujus lucis; lux tota, quæ ab ejus hemiſphærio lucido reflectitur, erit quaſi $\frac{1}{4200000000}$ pars lucis totius manantis ab hemiſphærio Solis. Ergo, cùm lux rareſcat in duplicatâ ratione diſtantiæ corporis lucentis, ſi Sol magis diſtaret, quàm Saturnus, vicibus $10000 \times \sqrt{42}$, hic appareret æquè lucidus, ac jam Saturnus apparet, abſque annulo ſuo; atque adeò paulò lucidior foret, quàm Stella fixa primæ magnitudinis. Ponamus igitur diſtantiam, quâ Sol luceret ut Fixa, majorem eſſe, quàm diſtantia Saturni, quaſi vicibus 100000, & ipſius diameter apparens erit $7''''. 16'''''$, parallaxis autem à Terræ motu annuo orta $13''''$. Atque tanta erit diſtantia, diameter apparens, & parallaxis Fixarum magnitudinis primæ, Soli noſtro, quoad magnitudinem & lucem, æqualium. Fingere quidem licet partem benè magnam lucis Fixarum, in tranſitu ſuo per tanta ſpatia, ſiſti & interire, adeòque Fixas propiùs admoveri debere: verùm, hac ratione, Fixæ ulteriores vix conſpici poſſent. Demus, verbi gratiâ, tres quartas lucis partes interire in tranſitu à Fixis proximis ad nos; & partes tres quartæ bis interibunt in tranſitu per duplum ſpatium, ter in tranſitu per triplum, & ſic deinceps; adeòque Fixæ, quæ ſunt duplò remotiores, erunt ſexdecim vicibus obſcuriores; nimirum quadruplò obſcuriores, ob diminutam diametrum apparentem, atque rurſus quadruplò obſcuriores ob amiſſam lucem; & eodem argumento Fixæ triplò remotiores erunt $9 \times 4 \times 4$, ſeu 144 vicibus, obſcuriores; & Fixæ quadruplò remotiores erunt $16 \times 4 \times 4 \times 4$, ſeu 1024 vicibus, obſcuriores. Tanta autem lucis diminutio, cum phænomenis & hypotheſi, quòd Fixarum diverſæ ſunt diſtantiæ, neutiquam conſiſtit.

Cometas, quoties in conſpectum veniunt, eſſe Jove propiores, probatur ex parallaxi in longitudinem.

Tantis igitur intervallis ab invicem diſtantia Sidera, nec trahent ſe mutuò ſenſibiliter, nec à Sole noſtro trahentur. At, Cometas vi circumſolari obnoxios eſſe, neceſſe eſt: etenim, ut defectus parallaxeos diurnæ extulit eos regionibus ſublunaribus; ſic ex parallaxi annuâ convincitur eorum deſcenſus in regiones Planetarum. Nam, Cometæ, qui progrediuntur ſecundùm ordinem ſignorum, ſunt omnes, ſub exitu apparitionis, aut ſolito tardiores, aut retrogradi, ſi Terra eſt inter ipſos & Solem; at

juſto celeriores, ſi Terra vergit ad oppoſitionem. Et è contra, qui pergunt contra ordinem ſignorum, ſunt juſto celeriores in fine apparitionis, ſi Terra verſatur inter ipſos & Solem; & juſto tardiores, vel retrogradi, ſi Terra ſita eſt ad contrarias partes. Contingit hoc maximè ex motu Terræ in vario ſitu. Si Terra pergit ad eandem partem cum Cometâ, & celeriùs fertur; Cometa fit retrogradus: ſi tardiùs, fit ſaltem tardior; &, Terrâ pergente ad contrarias partes, celerior. Et, (colligendo differentias inter motus celeriores & tardiores, atque ſummas motuum celeriorum & retrogradorum, eaſque cum ſitu & motu Terræ, ex quibus oriuntur, conferendo,) prodiit mihi ex hac parallaxi diſtantia Cometarum, quo tempore nudis oculis videri deſinunt, minor ſemper, quàm diſtantia Saturni, &, utplurimum, minor quàm diſtantia Jovis.

Probatur ex parallaxi in latitudinem. Idem colligitur ex curvaturâ viæ Cometarum. Pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis, quamdiu moventur celeriùs; at in fine curſûs, ubi motus apparens à parallaxi oriundus majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere ſolent ab his circulis, &, quoties Terra movetur in unam partem, abire in partem contrariam. Oritur hæc deflexio maximè ex parallaxi, propterea quòd reſpondet motui Terræ; & inſignis ejus quantitas, meo computo, collocavit diſparentes Cometas ſatis longè infra Jovem. Unde conſequens eſt, quòd in Perigæis & Periheliis, ubi propiùs adſunt, deſcendant ſæpiùs infra orbes Martis & inferiorum Planetarum.

Probatur aliter ex parallaxi. Confirmatur præterea tanta propinquitas ex parallaxi orbis annui, quatenus ea præterpropter colligitur per hypotheſin, quòd Cometæ moventur uniformiter in lineis rectis. Nota jam eſt methodus (à KEPLERO tentata, à WALLISIO, & WRENNIO perfecta) colligendi diſtantiam Cometæ juxta hanc hypotheſin ex quatuor obſervationibus: & Cometæ ad hanc regularitatem reducti tranſire ſolent per medium regionis Planetarum. Ut, Cometæ annorum 1607, & 1618, inter Solem & Terram definiente KEPLERO; ille anni 1664 infra orbem Martis, & iſte anni 1680 infra orbem Mercurii, definientibus WRENNIO & aliis. Per ſimi-

ſimilem hypotheſin rectilineam, HEVELIUS Cometas omnes, quorum obſervationes extant, locavit infra orbem Jovis. Errant igitur, & abſque calculo Aſtronomico loquuntur, qui, ex regulari motu Cometarum, vel ablegant eos in regiones Fixarum, vel motum Telluri denegant; cum non poſſint eorum motus ad omnimodam regularitatem ſatis reduci, niſi ex admiſſo tranſitu per regiones Telluri moventi vicinas. Et hæc ſunt argumenta ex parallaxi, quatenus ea, abſque exactâ cognitione orbium & motuum Cometarum, determinari poſſit.

Confirmatur etiam propinquitas Cometarum ex luce capitum. Nam, corporis cœleſtis, à Sole illuſtrati & in regiones longinquas abeuntis, diminuitur ſplendor in quadruplicatâ ratione diſtantiæ; in duplicatâ ratione ob auctam diſtantiam à Sole, & in aliâ duplicatâ ratione ob diminutam apparentem diametrum. Inde intelligitur quòd Saturnus, ob duplam diſtantiam & dimidiam ferè diametrum apparentem, apparere debet quaſi 16 vicibus obſcurior quàm Jupiter, & quòd, ſi diſtantia ejus eſſet quadruplò major, foret lux ejus 256 vicibus minor, adeòque nudis oculis cerni vix poſſet. Cometæ autem non rarò æquant Saturnum luce ſuâ, nec tamen ſuperant ipſum diametris apparentibus. Cometa anni 1678, juxta obſervationem HOOKII, æquabat luce ſuâ Fixas primæ magnitudinis, & Caput ejus, ſeu Stella in medio Comæ, per Teleſcopium pedum quindecim viſum, apparebat æquè lucidum, ac Saturnus propè Horizontem, diameter verò Capitis erat ſolummodo 25″, id eſt, eadem ferè cum diametro circuli æquantis Saturnum cum annulo. Coma Capiti circumfuſa erat quaſi decuplò latior, nimirum $4\frac{1}{2}$ min. Rurſus Cometæ anni 1682 minima Capillitii diameter, per Tubum ſexdecim pedum à FLAMSTEDIO obſervata & Micrometro menſurata, æquabat 2′. 0″. Nucleus autem, ſeu Stella in medio, vix decimam partem latitudinis hujus occupabat, adeòque lata erat tantum 11″, vel 12″; Luce verò & claritate Capitis ſuperabat Cometam anni 1680, Stellaſque primæ, vel ſecundæ magnitudinis æmulabatur. Adde, quòd Cometa anni 1665 menſe *Aprili*, ut author eſt HEVELIUS, claritate ſuâ penè Fixas omnes ſuperabat, quinetiam ipſum Saturnum

Ex luce capitum probatur Cometas deſcendere ad orbem Saturni.

F 3 num

num, ratione coloris videlicet longè vividioris. Quippe lucidior erat hic Cometa altero illo, qui in fine anni præcedentis apparuerat, & cum Stellis primæ magnitudinis conferebatur. Latitudo Capillitii erat quaſi 6′, at Nucleus, cum Planetis ope Tubi optici collatus, planè minor erat Jove, & nunc minor corpore intermedio Saturni, nunc ipſi æqualis judicabatur. Adde Annulum, & Saturni facies jam dupla erit, lux verò haud intenſior, quàm Cometæ; proindeque Cometa propior erat Soli, quàm Saturnus. Ex proportione Nuclei ad Capillitium, his obſervationibus patefactâ, & latitudine, quæ rarò ſuperat 8′, vel 12′, patet Stellas Cometarum, ut plurimum, ejuſdem eſſe apparentis magnitudinis cum Planetis; lucem verò intereà, cum luce Saturni non rarò conferri poſſe, eamque aliquando ſuperare. Et inde diſtantias eorum in Periheliis vix eſſe majores, quàm Saturni. In diſtantiâ duplò majore lux foret quadruplò minor, & fuſco pallore tantùm cederet luci Saturni, quantùm lux hujus cedit ſplendori Jovis: quæ differentia facilè notari poſſet. In diſtantiâ verò decuplò majore, corpora eorum ſuperarent corpus Solis, lux autem cederet luci Saturni vicibus centum. Inque diſtantiis majoribus, corpora longè ſuperarent Solem, at in tenebris profundis conſtituta non ampliùs cernerentur. Tantùm abeſt, ut Sole noſtro in Fixis numerato, Cometæ ad medias regiones inter Solem & Fixas amoveantur. Ibi certè non multò magis illuſtrari deberent à Sole, quàm nos illuſtramur à maximâ Fixarum.

Ut & longè infra orbem Jovis, & quandoque infra orbem Terræ.

Hæc diſputavimus non conſiderando obſcurationem Cometarum per fumum illum maximè copioſum & craſſum, quo Caput circundatur, quaſi per nubem obtuſè ſemper lucens. Nam, quantò obſcurius redditur corpus per hunc fumum, tantò propius ad Solem accedat neceſſe eſt, ut, copiâ lucis à ſe reflexæ, Planetas æmuletur. Inde veriſimile fit, Cometas longè infra ſphæram Saturni deſcendere, ut ex parallaxi probavimus. Idem verò quammaximè confirmatur ex Caudis. Hæ, vel ex reflexione fumi ſparſi per æthera, vel ex luce Capitis, oriuntur. Priore caſu, minuenda eſt diſtantia Cometarum, ne fumus à Capite ſemper ortus per ſpatia nimis ampla, incredibili cum velocitate & expanſione, propage-

pagetur. Poſteriore, referenda eſt lux omnis, tam Caudæ, quàm Capillitii, ad Nucleum Capitis. Quòd, ſi imagineris lucem hanc omnem congregari, & intra diſcum Nuclei coarctari, Nucleus ille jam certè, quoties Caudam maximam & fulgentiſſimam emittit, Jovem ipſum ſplendore ſuo multùm ſuperabit. Minore igitur cum diametro apparente plus lucis emittens, multò magis illuſtrabitur à Sole, adeòque erit Soli multò propior. Sic Cometa anni 1679, *Decembris* 12 & 15, Stylo veteri, quo tempore Caudam clariſſimam emittebat, & luci multorum Jovium per tantum ſpatium diffuſæ ac dilatatæ non imparem; magnitudine Nuclei, (ut obſervabat Flamstedius,) cedebat Jovi, adeòque erat Soli longè vicinior. Quinimò minor erat Mercurio: nam die 17 menſis hujus, ubi Terræ propior erat, apparuit Cassino, per Teleſcopium pedum 35, paulò minor globo Saturni. Die octavo menſis hujus, tempore matutino, vidit Hallejus Caudam perbrevem & latam &, quaſi ex corpore Solis jamjam orituri, exeuntem, ad inſtar nubis inſolito more fulgentis, nec priùs diſparentem, quàm Sol ipſe inciperet ſupra Horizontem conſpici. Superabat igitur hic ſplendor lucem nubium uſque ad ortum Solis, &, immediato Solis ſplendori ſolùm cedendo, vincebat longè lucem omnium Stellarum conjunctim. Non Mercurius, non Venus, non ipſa Luna, in tantâ Solis orientis vicinitate, cerni ſolet. Fingas lucem hancce dilatatam congregari, & in orbem Nuclei cometici Mercurio minorem coarctari: & ſplendore longè fortiori jam reddita magis conſpicua, Mercurium longè ſuperabit, adeòque erit Soli vicinior. Diebus 12 & 15 ejuſdem menſis, Cauda hæc per ſpatium longè majus diffuſa apparuit rarior, at luce tamen adeò forti, ut, Stellis fixis vixdum apparentibus, cerneretur; & mox trabis mirum in modum fulgentis ſpeciem exhibuit. Ex longitudine quadraginta, vel quinquaginta graduum, & latitudine duorum, quantitatem lucis totius computes.

Confirmatur verò tantus Cometarum ad Solem acceſſus, ex ſitu eorum, ubi maximè fulgent. Nam, Capite per Solem tranſeunte & ſub radiis ſolaribus adhuc latente, narrantur Caudæ omnium fulgentiſſimæ de Horizonte, ad modum trabium ignearum, exiiſſe, Idem probatur ex inſigni ſplendore Caudarum in viciniâ Solis.

exiiſſe, dein; Capite in conſpectum veniente & longiùs à Sole recedente, ſplendorem ſemper minui & in pallorem, viæ lacteæ ſimilem, ſed imprimis multò magis conſpicuam, poſtea verò langueſcentem, abire. Talis erat ardentiſſimus ille Cometa ab ARISTOTELE deſcriptus *lib.* 1. *Meteor.* 6., cujus Caput primo die non conſpectum eſt, eò quòd ante Solem, vel ſaltem ſub radiis ſolaribus, occidiſſet; ſequente verò die, quantùm potuit, viſum eſt. *Nam, quàm minimâ fieri poteſt diſtantiâ, Solem reliquit & mox occubuit.* Ob nimium ardorem, Caudæ ſcilicet, nondum apparebat Capitis ſparſus ignis, ſed *procedente tempore* (ait ARISTOTELES) *cum* Cauda *jam minùs flagraret, reddita eſt* Capiti *Cometæ ſua facies. Et ſplendorem ſuum ad tertiam uſque Cœli partem*, id eſt ad 60gr., *extendit. Apparuit autem tempore hyberno, &, aſcendens uſque ad cingulum* Orionis, *ibi evanuit.* Ejuſdem generis Cometas duos JUSTINUS *lib.* 37 deſcribit, quos ait ita luxiſſe, *ut Cœlum omne conflagrare videretur; &, magnitudine ſui, quartam Cœli partem occupaſſe, &, fulgore ſui, Solis nitorem viciſſe.* Quibus ultimis verbis juxtapoſitio ardoris Cometici & Solis, orientis, vel occidentis, inſinuatur. Accedit Cometa anni 1101, vel 1106, cujus Stella erat parva & obſcura, ut ille anni 1680, *ſed ſplendor, qui ex eâ exivit, valde clarus &, quaſi ingens trabs ad Orientem & Aquilonem tendebat*, ut habet HEVELIUS ex SIMEONE DUNELMENSI *Monacho*: Apparuit initio menſis *Feb.*, circa veſperum, ad occaſum Solis brumalem. Inde, & ex ſitu Caudæ, colligitur Caput fuiſſe Soli vicinum. *A Sole*, inquit MATTHÆUS PARISIENSIS, *diſtabat quaſi cubito uno, ab horâ tertiâ*, rectiùs ſextâ, *uſque ad horam nonam radium ex ſe longum emittens.* Cometa anni 1264 menſe *Julio*, aut circa Solſtitium, præcedebat Solem orientem, magnâ luce uſque ad medium Cœli verſùs occidentem radios ſuos emittens. Et initio, paulùm aſcendebat ſupra Horizontem; ſed, progrediente Sole, diſcedebat in dies ab Horizonte, donec tandem ipſum Cœli medium præteriret. Dicitur autem fuiſſe principiò magnus & clarus, Comam habens latam, quæ de die in diem cœpit deficere. Deſcribitur autem in

Append.

Digitized by Google

Append. Matth. *Pariſ. Hiſt. Angl.* in hunc modum. *A. C.* 1265 *apparuit Cometa tam notabilis, ut nullus tunc vivens viderit talem priùs. Ab oriente enim cum magno fulgore ſurgens, uſque ad medium Hemiſphærii verſùs occidentem omnia perlucidè pertrahebat.* Anno 1401, vel 1402, Sole infra Horizontem demerſo, apparuit in occidente *Cometa lucidus ac clarus, Comam erectam explicans ignis flammantis ſpecie, non ſecus ac haſtam, ab occaſu in ortum radios jaculans; à Sole infra Horizontem demerſo propriis radiis effuſis omnes orbis Terræ terminos conluſtrabat, nec aliis Stellis lumen exſerere concedebat, aut aerem noctis umbrâ infuſcari; quòd ejus lumen aliorum ſplendorem vinceret, & ad Cœli verticem flammans protenderetur, quamdiu ſupra Horizontem extabat, &c. Hiſt. Byzant.* Ducæ Michaelis *Nepotis, cap.* 16. Ex ſitu Caudæ, & tempore hujus primæ apparitionis, colligitur Caput tunc fuiſſe vicinum Soli, & in dies à Sole receſſiſſe: nam Cometa ille tres menſes perduravit. Anno 1527, *Aug.* 11, circa horam quartam matutinam, viſus eſt per totam ferè *Europam* Cometa terrificus in *Leone*, duravitque per horam unam & quadrantem quotidiè flagrans. A ſubſolano ortus eſt, verſùſque meridiem, & occidentem aſcendit longitudine immenſâ; ſub ſeptentrione autem maximè conſpicuus fuit, & nube, (id eſt, Caudâ,) terribilis deſcribitur; ex mente plebis, formam habens brachii incurvati cum gladio ingentis magnitudinis. Anno 1618 diebus extremis *Novembris* increbuit rumor apparere ſub ortum Solis trabem candidam, quæ fuit nimirum Cauda Cometæ, Capite adhuc intra radiorum claritatem deliteſcente. *Novemb.* 24, & deinceps, viſus eſt Cometa clarâ luce, Capite & Caudâ clariſſimis. Longitudo Caudæ, quæ primùm graduum erat 20, vel 30, crevit uſque ad *Decemb.* 9, quando evaſerat graduum 75, at luce dilutiore ſemper & rariore, quàm ſub initio. Anno 1668, *Mart.* 5, *ſt. n.* horâ ſeptimâ veſp. *Pater* Valentinus Estancius *Braſiliæ* agens Cometam vidit Horizonti proximum ad occaſum Solis brumalem, Capite minimo & vix conſpicuo, Caudâ verò ſupra modum fulgente, ut ſtantes in litore ſpeciem ejus è Mari reflexam facilè cernerent. Tantus au-

tem ſplendor tres ſolùm dies durabat, ſubinde notabiliter decreſcens; Cauda, ſub initio ab occidente in auſtrum vergens & Horizonti ferè parallela, ſpeciem habebat trabis ſplendentis longitudine 23 graduum. Poſtea verò, luce decreſcente, aucta eſt magnitudine, quoad uſque Cometa apparere deſiit. Unde & CASSINUS *Bononiæ Martii* 10, 11, & 12, de Horizonte exeuntem vidit ad longitudinem graduum 32. In *Portugalliâ* verò, quartam ferè Cœli partem, id eſt, gradus 45, occupaſſe dicitur ab occidente in orientem ſplendore cum inſigni protenta; nec tamen tota apparuit, Capite ſemper in his regionibus infra Horizontem deliteſcente. Ex incremento Caudæ manifeſtum eſt, quòd Caput à Sole receſſit, eique proximum fuit ſub initio, ubi Cauda maximè ſplendebat. His omnibus adde Cometam anni 1680, cujus inſignem ſplendorem, in conjunctione Capitis cum Sole, jam antè deſcripſi. Arguit autem tantus ſplendor Cometas hujus generis reverà tranſire per fontem luminis, præſertim cùm Caudæ nunquam ita luceant in oppoſitione Solis, neque ibi legantur trabes igneæ apparuiſſe.

Probatur ex luce Capitum, quatenùs ea, ceteris paribus, major eſt in viciniâ Solis.

Idem denique colligitur ex luce Capitum creſcente in receſſu Cometarum à Terrâ Solem verſùs, ac decreſcente in eorum receſſu à Sole verſùs Terram. Sic enim Cometa poſterior anni 1665, obſervante HEVELIO, ex quo conſpici cœpit, remittebat ſemper de motu ſuo, adeòque præterierat Perigæum, ſplendor verò Capitis nihilominus in dies creſcebat, uſque dum Cometa, radiis ſolaribus obtectus, deſiit apparere. Cometa anni 1683, obſervante eodem HEVELIO, in fine menſis *Julii*, ubi primùm conſpectus eſt, tardiſſimè movebatur, minutos primos 40, vel 45, circiter, ſingulis diebus in orbe ſuo conficiens. Ex eo tempore motus ejus diurnus perpetuò augebatur, uſque ad *Sept.* 4, quando evaſit graduum quaſi quinque. Igitur toto hoc tempore Cometa ad Terram appropinquabat: Id, quod etiam ex diametro Capitis, micrometro menſuratâ, colligitur; quippe quam HEVELIUS reperit *Aug.* 6, eſſe tantùm 6′, 5″, incluſâ Comâ; at *Sept.* 2, eſſe 9′, 7″. Caput igitur, initio, longè minus apparuit, quàm in fine motûs: at initio tamen in viciniâ Solis longè lucidius extitit,

titit, quàm circa finem, ut refert idem Hevelius. Proinde toto hoc tempore, ob receſſum ipſius à Sole, quoad lumen, decrevit non obſtante acceſſu ad Terram. Cometa anni 1618, circa medium menſis *Decembris*, & iſte anni 1680, circa finem ejuſdem menſis, celerrimè movebantur, adeòque tunc erant in Perigæis: verùm ſplendor maximus Capitum contigit ante duas ferè ſeptimanas, ubi modò exierant de radiis ſolaribus; & ſplendor maximus Caudarum paulò antè in majore vicinitate Solis. Die 12 menſis *Decembris* conſpectum & à Flamstedio obſervatum eſt Caput Cometæ poſterioris in diſtantiâ novem graduum à Sole; id, quod Stellæ tertiæ magnitudinis vix conceſſum fuiſſet. *Decemb.* 15, & 17, apparuit idem, ut Stella tertiæ magnitudinis, diminutum utique ſplendore nubium, juxta Solem occidentem. *Decem.* 26, velociſſimè motus, inque Perigæo propemodum exiſtens, cedebat *Ori Pegaſi* Stellæ tertiæ magnitudinis; *Jan.* 3, apparebat ut Stella quartæ; *Jan.* 9, ut Stella quintæ; *Jan.* 13, ob ſplendorem Lunæ creſcentis, diſparuit; *Jan.* 25, vix æquabat Stellas magnitudinis ſeptimæ. Caput verò Cometæ prioris, juxta obſervationes Cysati, *Decem.* 1, majus videbatur Stellis primæ magnitudinis, & *Decem.* 16, (jam in Perigæo exiſtens,) magnitudine parvum, ſplendore, ſeu claritate luminis, plurimùm defecerat. *Jan.* 7, Keplerus, de Capite incertus, finem fecit obſervandi. Si ſumantur æqualia à Perigæo hinc inde tempora, Capita in longinquis regionibus poſita luxiſſent antè & pòſt æqualiter, id adeò ob æquales diſtantias à Terrâ. Quòd uno caſu maximè luxerunt, altero evanuerunt, vicinitati Solis in priore caſu, diſtantiæ ejus in poſteriore aſcribendum eſt. Et, ex magnâ illâ lucis utriuſque differentiâ, concluditur magna vicinitas in priore. Nam lux Cometarum regularis eſſe ſolet, & maxima apparere, ubi Capita velociſſimè moventur, atque adeò ſunt in Perigæis; niſi quatenus ea major eſt in viciniâ Solis.

Ex his intellexi tandem, cur Cometæ tantopere frequentent regionem Solis. Si cernerentur in regionibus longè ultra Saturnum, deberent ſæpius apparere in partibus Soli oppoſitis. Forent enim Terræ viciniores, qui in his partibus verſarentur, & Sol inter- Idem confirmatur ex magno numero Cometarum viſo.

rum in regione Solis.

terpoſitus obſcuraret ceteros. Verùm, percurrendo hiſtorias Cometarum, reperi, quòd quadruplò, vel quintuplò plures detecti ſunt in hemiſphærio Solem verſùs, quàm in hemiſphærio oppoſito, præter alios, proculdubio non paucos, quos lux ſolaris obtexit. Nimirum, in deſcenſu ad regiones noſtras, neque Caudas emittunt, neque adeò illuſtrantur à Sole, ut nudis oculis ſe priùs detegendos exhibeant, quàm ſint ipſo Jove propiores. Spatii autem tantillo intervallo circa Solem deſcripti pars longè major ſita eſt à latere Terræ, quod Solem reſpicit, ìnque parte illâ majore, Soli, ut plurimum, viciniores, magis illuminari ſolent. Per orbium quoque inſignem excentricitatem fit, ut Apſides imæ ſint Soli longè propiores, quàm ſi revolutiones in circulis Soli concentricis peragerentur.

Confirmatur etiam ex Caudis majoribus & ſplendidioribus, poſt conjunctionem Capitum cum Sole, quàm antea.

Hinc etiam intelligimus, quare Cometarum Caudæ, in Capitibus ad Solem properantibus, raræ ſemper & breves apparent, & vix longitudinem graduum 15, vel 20 ſuperaſſe leguntur; at, in receſſu Capitum à Sole, fulgent ſæpe ad inſtar trabium ignitarum, & mox ad gradus 40, 50, 60, 70, & ultra, in longum porriguntur. Oritur utique tantus Caudarum ſplendor, tantaque longitudo ex calore Solis Cometam prætereuntem calefaciente. Et inde colligere videor Cometas omnes, quorum tales ſunt Caudæ, tranſiiſſe per viciniam Solis.

Caudas oriri ex Atmoſphæris Cometarum.

Inde etiam colligere licet, quòd Caudæ oriantur ex Atmoſphæris Capitum. Eſt autem de Caudâ opinio triplex; eam, vel jubar eſſe Solis per tranſlucidum Cometæ Caput propagatum; vel oriri ex refractione lucis in progreſſu ipſius à Capite Cometæ in Terram; vel denique nubem eſſe, ſeu, vaporem à Capite Cometæ jugiter ſurgentem, & abeuntem in partes à Sole adverſas. Opinio prima eorum eſt, qui nondum imbuti ſunt ſcientiâ rerum opticarum. Nam, jubar Solis in cubiculo tenebroſo non cernitur, niſi quatenus lux reflectitur à pulverum & fumorum particulis per aerem ſemper volitantibus: adeòque, in aere fumis craſſioribus infecto, ſplendidius eſt & ſenſum fortiùs ferit; in aere clariore, tenuius & ægrè ſenſibile; in Cœlis autem, abſque materiâ reflectente, nullum eſſe poteſt. Lux non cernitur, quatenus

tenus in jubare eſt, ſed quatenus inde reflectitur ad oculos noſtros. Nam viſio non fit, niſi per radios, qui in oculos impingunt. Requiritur igitur materia aliqua reflectens in regione Caudæ, & eâ ratione res redit ad opinionem tertiam. Nam, materia illa reflectens non alibi reperiri debet, quàm in regione Caudæ, ne Cœlum totum, luce Solis illuſtratum, uniformiter ſplendeat. Opinio ſecunda multis premitur difficultatibus. Caudæ nunquam variegantur coloribus; qui tamen refractionum ſolent eſſe comites inſeparabiles. Lux Fixarum & Planetarum, diſtinctè ad nos tranſmiſſa, demonſtrat, medium cœleſte nullâ vi refractivâ pollere. Nam, quod dicitur Fixas ab *Ægyptiis* comatas nonnunquam viſas fuiſſe, id, quoniam rariſſimè contingit, aſcribendum eſt nubium refractioni fortuitæ. Fixarum quoque radiatio & ſcintillatio ad refractiones, tum oculorum, tum aeris tremuli, referendæ ſunt; quippe quæ, admotis oculo Teleſcopiis, evaneſcunt. Aeris & aſcendentium vaporum tremore fit, ut radii facilè de anguſto pupillæ ſpatio per vices detorqueantur, de latiore autem vitri objectivi aperturâ neutiquam. Inde eſt, quòd ſcintillatio, in priore caſu generetur, in poſteriore verò ceſſet: & ceſſatio in poſteriore caſu demonſtrat regularem tranſmiſſionem lucis per Cœlos, abſque omni refractione ſenſibili. Nequis contendat, quòd Caudæ non ſoleant videri in Cometis, cùm eorum lux non eſt ſatis fortis, quia tunc radii ſecundarii non habent ſatis virium ad oculos movendos; & propterea Caudas Fixarum non cerni; ſciendum eſt, quòd lux Fixarum plùs centum vicibus augeri poteſt, mediantibus Teleſcopiis, nec tamen Caudæ cernuntur. Planetarum quoque lux copioſior eſt, Caudæ verò nullæ: Cometæ autem ſæpe caudatiſſimi ſunt, ubi Capitum lux tenuis eſt, & valde obtuſa. Sic enim Cometa anni 1680, menſe *Decembri*, quo tempore Caput, luce ſuâ, vix æquabat Stellas ſecundæ magnitudinis, Caudam emittebat ſplendore notabili uſque ad gradus 40, 50, 60, longitudinis, & ultra: poſtea, *Jan.* 27 & 28, Caput apparebat, ut Stella ſeptimæ tantùm magnitudinis, Cauda verò (luce quidem pertenui, at ſatis ſenſibili) longa erat 6, vel 7 gradus; &, luce obſcuriſſimâ, quæ cerni vix

G 3 poſ-

poſſet, porrigebatur ad gradum uſque duodecimum, vel paulò ultra. Sed, & *Feb.* 9 & 10, ubi Caput nudis oculis videri deſierat, Caudam gradus duos longam per Teleſcopium contemplatus ſum. Porrò, ſi Cauda oriretur ex refractione materiæ cœleſtis, &, pro figurâ Cœlorum, deflecteretur de Solis oppoſitione, deberet deflexio illa, in iiſdem Cœli regionibus, in eandem ſemper partem fieri. Atqui Cometa anni 1680 *Decemb.* 28, horâ $8\frac{1}{2}$ p. m. *Londini*, verſabatur in ♓. 8°. 41′, cum latitudine boreali 28°. 6′. Sole exiſtente in ♑. 18°. 26′. Et Cometa anni 1577, *Decemb.* 29, verſabatur in ♓. 8°. 41′, cum latitudine boreali 28°. 40′, Sole etiam exiſtente in ♑. 18°. 26′, circiter. Utroque in caſu, Terra verſabatur in eodem loco, & Cometa apparebat in eâdem Cœli parte: in priori tamen caſu Cauda Cometæ, ex meis & aliorum obſervationibus, declinabat angulo graduum $4\frac{1}{2}$ ab oppoſitione Solis, aquilonem verſùs; in poſteriore verò, ex obſervationibus TYCHONIS, declinatio erat graduum 21 in auſtrum. Igitur, repudiatâ Cœlorum refractione, ſupereſt ut phænomena Caudarum ex materiâ aliquâ reflectente deriventur. Vapores autem, qui ſpatiis tam immenſis implendis ſufficiant, ex Cometarum Atmoſphæris oriri poſſe ſic facilè intelligetur.

Aeris & vaporum immenſam eſſe raritatem in ſpatiis cœleſtibus: & perexiguam vaporum quantitatem ad phænomena Caudarum ſufficere.

Aer juxta ſuperficiem Terræ ſpatium occupare noſcitur quaſi 1200 vicibus majus, quàm aqua ejuſdem gravitatis; adeòque aeris columna cylindrica pedes 1200 alta, ejuſdem eſt ponderis cum aquæ columnâ pedali latitudinis ejuſdem. Columna autem aeris, ad ſummitatem Atmoſphæræ aſſurgens, æquat pondere ſuo columnam aquæ pedes 33 altam, circiter; & propterea, ſi columnæ totius aereæ pars inferior pedum 1200 dematur, pars reliqua ſuperior æquabit pondere ſuo columnam aquæ pedum 32. Igitur, in altitudine pedum 1200, ſeu ſtadiorum duorum, eſt pondus aeris incumbentis minus; atque adeò raritas aeris compreſſi major, quàm juxta ſuperficiem Terræ in proportione 33 ad 32. Quo cognito, computare jam licet raritatem aeris per regiones univerſas (ſubſidio Corollarii Propoſitionis XXII. *Libri ſecundi Principiorum*) ex hypotheſi, quòd aeris expanſio ſit compreſſioni reciprocè proporor-

portionalis: comprobata eſt enim hæc proportio, tum Hookii, tum aliorum experimentis. Computationem ſubjunximus in tabulâ ſequente; ubi columna prima deſignat altitudinem aeris in milliaribus, quorum 4000 æquent ſemidiametrum Terræ; ſecunda compreſſionem aeris, ſeu pondus incumbens; ac tertia raritatem, ſeu extenſionem aeris ejuſdem, poſito quòd gravitas decreſcat in ratione duplicatâ diſtantiarum à centro Terræ. Latinorum verò characteres numerales hic uſurpantur pro certo circulorum numero, ut ſcribendo 0,xvii 1224 pro 0,000000000000000001224 & 26956xv pro 26956000000000000000.

AERIS

Altitudo.	Compreſſio.	Exporrectio.
0	33	1
5	17,8515	1,8486
10	9,6717	3,4151
20	2,852	11,571
40	0,2525	136,83
400	0,XVII 1224	26956 XV
4000	0,CV 4465	73907 CII
40000	0,CXCII 1628	20263 CLXXXIX
400000	0,CCX 7895	41798 CCVII
4000000	0,CCXII 9878	33414 CCIX
Infinita.	0,CCXII 6041	54622 CCIX

Ex hac tabulâ liquet aerem in progreſſu ad ſuperiora rarefieri, ut aeris, qui Terræ proximus eſt, ſphæra diametro digiti unius deſcripta, & eadem deinceps rarefactione dilatata, in altitudine ſemidiametri unius Terreſtris, impleret omnes Planetarum regiones, aduſque ſphæram Saturni & longè ultra; atque in altitudine decem ſemidiametrorum Terreſtrium, impleret plus ſpatii, quàm Cœlum univerſum, (juxta computationem ſuperiorem,) cis Fixas occupat. Et quamvis, ob longè craſſiorem Cometarum Atmoſphæram,

ram, magnamque vim centripetam circumſolarem, fieri poſſit, ut aer, in ſpatiis cœleſtibus inque Cometarum Caudis, non adeò rareſcat; perexiguam tamen quantitatem aeris & vaporum, ad omnia illa Caudarum phænomena, abundè ſufficere ex hac computatione perſpicuum eſt: nam, & Caudarum inſignis raritas colligitur ex Aſtris tranſlucentibus. Atmoſphæra terreſtris, luce Solis ſplendens, craſſitudine paucorum milliarium, & Aſtra omnia & ipſam Lunam obſcurat & extinguit penitus: per immenſam verò Caudarum craſſitudinem, luce pariter ſolari illuſtratam, Aſtra minima abſque claritatis detrimento tranſlucere noſcuntur.

Quo pacto Caudæ oriri poſſint ex Atmoſphæris Capitum.

Aſcenſum Caudarum ex Atmoſphæris Capitum, & progreſſum in partes à Sole averſas, KEPLERUS aſcribit actioni radiorum lucis, materiam Caudæ ſecum rapientium. Et auram longè tenuiſſimam, in ſpatiis liberrimis, actioni radiorum cedere non eſt à ratione prorſus alienum; non obſtante, quòd ſubſtantiæ craſſæ impeditiſſimis in regionibus noſtris, à radiis ſenſibiliter propelli nequeant. Auctor alius particulas tam leves, quàm graves, dari poſſe exiſtimat, & materiam Caudarum levitare, perque levitatem ſuam à Sole aſcendere. Cùm autem gravitas corporum terreſtrium ſit, ut materia in corporibus, adeòque, ſervatâ quantitate materiæ, intendi & remitti nequeat, ſuſpicor aſcenſum illum ex rarefactione materiæ Caudarum oriri. Aſcendit fumus in Camino impulſu aeris, cui innatat. Aer ille, per calorem rarefactus, aſcendit ob diminutam gravitatem ſpecificam, & fumum implicatum rapit ſecum. Quidni Cauda Cometæ ad eundem modum aſcenderit à Sole? Nam, radii ſolares non agitant media, quæ permeant, niſi in reflexione & refractione. Particulæ reflectentes, eâ actione calefactæ, calefacient auram ætheream, cui implicantur. Illa, calore ſibi communicato, rarefiet; &, ob diminutam eâ raritate gravitatem ſuam ſpecificam, quâ priùs tendebat in Solem, aſcendet inſtar fluminis, & ſecum rapiet particulas reflectentes, ex quibus Cauda componitur: impetu etiam lucis ſolaris, ut jam dictum eſt, aſcenſum promovente.

Eaſdem ex his Atmoſphæris ori-

Caudas autem à Capitibus oriri, & in regiones à Sole averſas aſcendere, confirmatur præterea ex legibus, quas obſervant. Ut, quòd

quòd, in planis orbium Cometarum per Solem tranſeuntibus jacentes, deviant ab oppoſitione Solis in eas ſemper partes, quas Capita in orbibus illis progredientia relinquunt. Quòd Spectatori in his planis conſtituto apparent in partibus à Sole directè averſis; digrediente autem Spectatore de his planis, deviatio paulatim ſentitur & in dies apparet major. Quòd deviatio, ceteris paribus, minor eſt, ubi Cauda obliquior eſt ad orbem Cometæ; ut, & ubi Caput ad Solem propiùs accedit. Quòd Caudæ non deviantes apparent rectæ, deviantes autem incurvantur. Quòd curvatura major eſt, ubi major eſt deviatio, & magis ſenſibilis ubi Cauda, ceteris paribus, longior eſt: nam in brevioribus curvatura ægrè animadvertitur. Quòd deviationis angulus minor eſt juxta Caput Cometæ, major juxta Caudæ extremitatem alteram; atque adeò, quòd Cauda, convexo ſui latere, partes reſpicit, à quibus fit deviatio, quæque in rectâ ſunt lineâ, à Sole per Caput Cometæ, in infinitum ductâ. Et quòd Caudæ, quæ prolixiores ſunt & latiores & luce vegetiore micant, ſunt ad latera convexa paulò ſplendidiores, & limite minùs indiſtincto terminatæ, quàm ad concava. Pendent igitur phænomena Caudæ à motu Capitis, non autem à regione Cœli, in quo Caput conſpicitur; & propterea, non fiunt per refractionem calorum, ſed à Capite ſuppeditante materiam oriuntur. Etenim ut, in aere noſtro, fumus corporis cujuſvis igniti petit ſuperiora; idque, vel perpendiculariter ſi corpus quieſcat, vel obliquè ſi corpus moveatur in latus; ita in Cœlis, ubi corpora gravitant in Solem, fumi & vapores aſcendere debent à Sole, uti jam dictum eſt, & ſuperiora vel rectà petere, ſi corpus fumans quieſcit, vel obliquè, ſi corpus progrediendo loca ſemper deſerit, à quibus ſuperiores vaporis partes aſcenderant. Et obliquitas iſta minor erit, ubi aſcenſus vaporis velocior eſt, nimirum in viciniâ Solis & juxta corpus fumans. Namque, ibi potentior eſt vis illa Solaris, quâ vapor aſcendit. Ex obliquitatis autem diverſitate incurvabitur vaporis columna; & quia vapor in columnæ latere præcedente paulò recentior eſt, ideò etiam is ibidem aliquantò denſior erit, lucemque propterea copioſiùs reflectet, & limite minùs indiſtincto terminabitur, vapore ad

ri docetur ex ipſarum variis phænomenis.

latus alterum paulatim langueſcente, & ex oculis ſenſim evaneſcente.

Cometas infrà orbem Mercurii quandoque deſcendere probatur ex Caudis.

Ceterùm, rerum naturalium cauſas reddere non eſt hujus inſtituti: vera an falſa fuerint hæc, quæ modò dicta ſunt, id ſaltem in ſuperioribus confecimus, radios à Caudis Cometarum, ſecundùm lineas rectas, per Cœlos propagari, adeòque à partibus Cœlorum venire, in quibus Caudæ Spectatoribus, ubicumque conſtitutis, apparent, quæque adeò à Capitibus Cometarum, in regiones à Sole averſas, porriguntur. Et hoc fundamento, limitem denuò Cometarum diſtantiis in hunc modum ponimus. Repræſentet *S* Solem; *T* Terram; *STA* diſtantiam Cometæ à Sole; & *ATB* apparentem longitudinem Caudæ. Et, quoniam lux propagatur à termino Caudæ ſecundùm lineam rectam *TB*, reperietur terminus ille alicubi in linea *TB*. Sit ipſe punctum *D*; jungeque *DS*, ſecantem lineam *TA* in *C*. Et, quia Cauda ſemper opponitur Soli quamproximè, & propterea Sol, Caput Cometæ, & terminus Caudæ jacent in directum, reperietur caput Cometæ in *C*. Ipſi *TB* parallelam age *SA*, occurrentem lineæ *TA* in *A*; & Cometæ Caput *C* neceſſariò reperietur inter *T* & *A*, eò quòd terminus Caudæ reperitur alicubi in lineâ infinitâ *TB*. & lineæ omnes *SD*, quæ ab *S* ad lineam *TB* duci poſſunt, ſecant lineam *TA* alicubi inter *T* & *A*. Quare Cometa non poteſt longiùs abeſſe à Terrâ, quàm intervallo *TA*, nec à Sole, quàm intervallo *SA* ultra Solem, vel *ST* citra. Exempli gratiâ, *Decemb.* 12, 1680, Cometa diſtabat 9$^{gr.}$ à Sole, & longitudo Caudæ erat 35$^{gr.}$, ad minimum. Conſtituatur ergo triangulum *TSA*, cujus angulus *T* æquetur diſtantiæ graduum 9, & angulus *A* angulo *ATB*, ſeu longitudini Caudæ graduum 35; & erit *SA* ad *ST*, id eſt, limes maximæ poſſibilis diſtantiæ Cometæ à Sole, ad ſemidiametrum orbis magni; ut ſinus anguli *T* ad ſinum anguli *A*, hoc eſt, ut 3 ad 11, circiter. Quare Cometa, eo tempore, minùs diſtabat à Sole, quàm $\frac{3}{11}$ partibus diſtantiæ Terræ à Sole, & propterea verſabatur, aut intra orbem Mercurii, aut inter orbem illum & Terram. Rurſus, *Decemb.* 21, diſtantia Cometæ à Sole erat $32\frac{2}{3}$$^{gr.}$, & longitudo Caudæ 70$^{gr.}$ Ergo, ut ſinus $32\frac{2}{3}$$^{gr.}$ ad ſinum

TAB. II. *Fig.* 8.

num 70$^{gr.}$, hoc eſt, ut 4 ad 7, ita erat limes intervalli inter Cometam & Solem ad diſtantiam Terræ à Sole; & propterea Cometa nondum exceſſerat orbe Veneris. *Decemb.* 28, diſtantia Cometæ à Sole erat 55$^{gr.}$ & longitudo Caudæ 56$^{gr.}$ Ergo, limes intervalli inter Cometam & Solem nondum æquabat diſtantiam Terræ à Sole; & propterea Cometa nondum exceſſerat orbe Telluris. Ex parallaxi autem colligitur, quòd exceſſus ille incidit in *Jan.* 5, circiter, quòdque Cometa deſcendebat longè infra orbem Mercurii. Concedamus ipſum in Perihelio fuiſſe *Decemb.* 8, quo tempore cum Sole conjungebatur, & in itinere, à Perihelio ad exitum de orbe Telluris, conſumentur dies 28; adeòque diebus viginti ſex, vel ſeptem, ſequentibus, quibus oculo inermi videri deſiit, vix duplicabat diſtantiam ſuam à Sole. Iiſdem argumentis limitando diſtantias aliorum Cometarum, pervenitur tandem ad hanc concluſionem, quòd Cometæ omnes, quamdiu ſe nobis oſtendunt, verſantur intra ſpatium ſphæricum centro Sole, & intervallo Solis ac Terræ, vel duplicato, vel ad ſummum triplicato, deſcriptum.

Cometas moveri in Sectionibus conicis umbilicum habentibus in centro Solis; &, radiis ad centrum illud ductis, areas deſcribere temporibus proportionales.

Verſantur igitur Cometæ, toto apparitionis tempore, intra ſphæram activitatis vis circumſolaris; adeòque agitantur ipſius impulſu, & propterea (per Coroll. 1. Prop. XIII. *Libri* I. *Princip.*) deſcribunt Conicas Sectiones, umbilicos habentes in centro Solis; &, radiis ad Solem ductis, conficiunt areas proportionales temporibus. Nam, vis illa in immenſum propagata reget motus corporum longè ultra orbem Saturni.

Sectiones illas conicas eſſe Parabolis finitimas. Id ex velocitate Cometarum colligitur.

Ceterùm de Cometis Hypotheſis eſt triplex: eos, vel generari & interire, quoties apparent & evaneſcunt; vel, de Fixarum regionibus venientes præterire Syſtema noſtrorum Planetarum; vel denique, circa Solem in orbibus valde excentricis perpetuò revolvi. Caſu primo, Cometæ, pro variâ ſuâ velocitate, movebuntur in Sectionibus quibuſcunque conicis; ſecundo, movebuntur in Hyperbolis; utroque, indifferenter frequentabunt regiones omnes tam Polorum, quàm Eclipticæ; tertio, motus peragentur in Ellipſibus valde excentricis, & ad ſpeciem Parabolarum quamproximè accedentibus; orbes autem, ſi lex Planetarum

ſervetur, haud multùm divaricabunt à plano Eclipticæ. Et, quantùm hactenus animadvertere potui, caſus tertius obtinet. Nam, Cometæ maximè frequentant Zodiacum, & vix unquam pertingunt ad latitudinem heliocentricam graduum quadraginta. Moventur etiam in Orbibus quamproximè parabolicis, uti colligo ex eorum velocitate. Nam velocitas, quâ Parabola deſcribetur, eſt ubivis ad velocitatem, quâ Cometa, vel Planeta, in circulo ad eandem à Sole diſtantiam revolvi poſſet, in dimidiatâ ratione numeri binarii ad unitatem (per Coroll. 7. Prop. XVI.) Et, meo quidem calculo, talis, circiter, reperta eſt Cometarum velocitas. Rem examinavi colligendo, præterpropter, velocitates ex diſtantiis, ac diſtantias ex parallaxi & phænomenis Caudæ conjunctim. Errores in velocitatis exceſſu, vel defectu, haud majores obvenere, quàm qui, ex erroribus in diſtantiis eà ratione collectis, oriri potuerint. Sed & uſus ſum hujuſmodi ratiocinio.

Quanto tempore Cometæ in Trajectoriis Parabolicis percurrant Orbem magnum.

Diviſo Orbis magni radio in partes mille, deſignent numeri, in tabulæ ſequentis columnâ primâ, diſtantiam verticis Parabolæ à centro Solis in his partibus; & Cometa, temporibus in columnâ ſecundâ expreſſis, movebitur à Perihelio ad ſuperficiem ſphæræ, quæ, centro Sole, & radio Orbis magni, deſcribitur, & temporibus in Coroll. 3, 4, & 5, expreſſis duplicabit, triplicabit, & quadruplicabit eandem ſuam à Sole diſtantiam.

TAB.

Digitized by Google

TAB. I.

Diſtantia inter centrum Solis & Perihelium Cometæ.	Tempus tranſitûs Cometæ à Perihelio ad diſtantiam à Sole, Radio Orbis magni. Æqualem.			Duplicato æqualem.			Triplicato æqualem.			Quadruplicato æqualem.		
	dies	hor.	min.	dies	hor.	min.	dies	hor.	min.	dies	hor.	min.
0	27.	11.	12	77.	16.	28	142.	17.	14	219.	17.	30
5	27.	16.	7	77.	23.	14						
10	27.	21.	0	78.	6.	24						
20	28.	6.	40	78.	20.	13	144.	03.	19	221.	8.	54
40	29.	1.	32	79.	23.	34						
80	30.	13.	25	82.	4.	56						
160	33.	5.	29	86.	10.	26	153.	16.	8	232.	12.	20
320	37	13.	46	93.	23.	38						
640	37.	9.	49	105.	1.	28						
1280	. . .	. . .	. . .	106.	06.	35	200.	6.	43	297.	3.	46
2560	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	147.	22.	31	300.	6.	03

Quo tempore Cometa ingreditur ſphæram Orbis magni, vel de eâdem egreditur, innoteſcit, præterpropter, ex parallaxi; expeditiùs autem per hanc Tabulam.

Quo tempore Cometæ ingrediuntur Orbem magnum, & egrediuntur eodem.

TAB. II.

Diſtantia apparens Cometæ à Sole.	Cometæ motus apparens diurnus in Orbe ſuo. Directus.		Retrogradus.		Diſtantia Cometæ à Terrâ in partibus, quarum 1000 ſunt Radius Orbis magni.
gr.	gr.	min.	gr.	min.	
60	2.	18	0.	20	1000
65	2.	33	0.	35	845
70	2.	55	0.	57	684
72	3.	7	1.	9	618
74	3.	23	1.	25	551
76	3.	43	1.	45	484
78	4.	10	2.	12	416
80	4.	47	2.	49	347
82	5.	45	3.	47	278
84	7.	18	5.	20	209
86	10.	27	8.	19	140
88	18.	37	16.	39	70
90	Infin.		Infin.		00

Inci-

Quâ velocitate Cometæ anni 1680 Orbem magnum trajecerint.

Incidit ingreſſus, vel egreſſus, in tempus diſtantiæ Cometæ à Sole, in Columnâ primâ è regione motûs diurni expreſſæ. Sic, anno 1681 *Jan.* 4. *ſt. v.*, motus diurnus apparens Cometæ in Orbe ipſius erat quaſi $3^{gr.}$ 5′. Huic reſpondens diſtantia eſt $71\frac{2}{7}^{gr.}$ Et aſſecutus eſt Cometa hanc à Sole diſtantiam, *Jan.* 4. circa horam ſextam pomeridianam. Rurſus, anno 1680, ***Novembris*** 11, Cometæ, qui tunc apparuit, motus diurnus erat quaſi $4\frac{2}{7}^{gr.}$, & huic reſpondens diſtantia $79\frac{2}{7}^{gr.}$ incidit in *Novemb.* 10, paulò ante mediam noctem. Hiſce quidem temporibus Cometæ aſſecuti ſunt diſtantiam, quam habuit Terra à Sole, & Terra jam ferè in Perihelio verſabatur. Computata eſt autem tabula prior pro mediocri diſtantiâ Terræ à Sole, aſſumptâ partium 1000, & major eſt hæc diſtantia intervallo, quod Terra, quaſi ſpatio diei unius, motu ſuo annuo, vel Cometa, ſpatio horarum 16, motu ſuo percurrere poteſt. Ut Cometa reducatur ad mediocrem hanc diſtantiam partium 1000, addantur tempori priori, & auferantur poſteriori, horæ ſexdecim, & tempus prius evadet ***Jan.*** 4, horâ veſpertinâ 10; poſterius ***Novemb.*** 10, horâ matutinâ 6, circiter. Ex motuum diurnorum tenore & progreſſu colligitur, quòd conjungebatur Cometa uterque cum Sole inter *Dec.* 7, & ***Dec.*** 9. Inde ad *Jan.* 4, hor. 10 veſp. ex unâ parte, & *Nov.* 10, hor. 6 mat. ex alterâ, ſunt dies quaſi 28. Atque tot dies (per tab. I.) in Trajectoriis parabolicis conſumi debebant.

Cometas hoſce non fuiſſe duos, ſed unum & eundem Cometam. Quo Orbe, & quâ velocitate hic Cœlos trajecit, docetur exactiùs.

Ceterum, ex coincidentiâ Periheliorum, & velocitatum conſenſu, veriſimile fit, Cometas hoſce, quos ut duos jam conſideravi, non duos fuiſſe, ſed unum & eundem Cometam. Eâ lege Orbita hujus Cometæ, vel Parabola erit, vel Coniſectio à Parabolâ parum diſcrepans, & ſuperficiem Solis propemodum tanget in vertice. Namque, ex tabula II., diſtantia Cometæ à Terrâ erat ***Novemb.*** 10, partium 360, circiter, & ***Jan.*** 4, partium 630, circiter. Inde, & ex longitudinibus & latitudinibus Cometæ, colligitur diſtantiam locorum à ſe invicem, in quibus Cometa tunc verſabatur, fuiſſe partium quaſi 280. Hujus dimidium 140 eſt ordinatim applicata ad Orbitam Cometæ abſcindens partem axis ejus radio Orbis magni, ſeu partibus 1000, æqualem, cir-

circiter. Et inde, dividendo quadratum ordinatæ 140, per axis partem abſciſſam 1000, invenietur latus rectum 19, 6, ſeu numero rotundo 20: cujus pars quarta, 5. eſt diſtantia inter verticem Orbitæ & centrum Solis. Diſtantiæ partium 5, in tabulâ primâ, congruunt dies 27, horæ 16, min. 7. Tanto igitur tempore Cometa conficiet iter in Orbe parabolico inter Perihelium ſuum, & ſuperficiem ſphæricam Orbis magni, radio partium 1000, deſcripti; atque adeò tempus illud duplicatum, ſeu dies 55 & horas $8\frac{1}{4}$, conſumet motu ſuo toto intra orbem magnum. Atque ita ſe res habet. Namque, à *Novemb.* 10, hor. 6 mat., quando Cometa hunc Orbem ingreſſus eſt, ad *Jan.* 4, hor. 10 veſp., quando is eodem egreſſus eſt, ſunt dies 55 & horæ 16. Differentia horarum $7\frac{3}{4}$ in rudi hocce computo contemnenda eſt, & fortè ex motu paulò tardiùs in orbitâ ellipticâ confecto oriri poteſt. Inter ingreſſum & egreſſum, tempus medium incidit in *Decem.* 8. *hor.* 2. *mat.* Igitur hoc tempore debuit Cometa reperiri in Perihelio. Et ecce Hallejus hoc ipſo die proximè ante ortum Solis Caudam perbrevem, latam, & fulgentiſſimam, uti diximus, ex Horizonte perpendiculariter ſurgentem vidit. Ex ſitu Caudæ colligitur Cometam jam prætergreſſum fuiſſe Eclipticam, & latitudinem borealem habuiſſe; adeòque Perihelium, quod ex alterâ parte Eclipticæ jacebat, jam tum præteriſſe; nondum tamen perveniſſe ad meridianum Solis. Inter Perihelium, itaque, & conjunctionem Solis Cometa jam conſiſtens, verſabatur ante horas paucas in Perihelio. Namque, in tantâ Solis viciniâ, moveri debuit celerrimè, & ſingulis horis gradus ferè dimidios apparenter percurrere.

Similibus computis colligo, quòd Cometa anni 1618 ingreſſus erat ſphæricum limitem Orbis magni *Decem.* 7, ad Solis occaſum. Incidit autem ipſius conjunctio cum Sole in *Novemb.* 9, vel 10, circiter; dies intercedunt quaſi 28, ut in Cometâ ſuperiore: nam, & ex Caudæ magnitudine, quâ par fuit Cometæ ſuperiori, veriſimile eſt ipſum pariter propemodum raſiſſe Solare corpus. Fulſerunt hoc anno Cometæ quatuor, quorum hic fuit ultimus: ſecundum, qui primò conſpectus eſt in viciniâ Solis

Quâ velocitate Cometæ moventur, docetur pluribus exemplis.

lis

lis orientis *Octob.* 31, & mox ſub radiis Solaribus evanuit, ſuſpicor eundem fuiſſe cum quarto, qui de radiis Solaribus emerſit circa *Novemb.* 9. His adde, quòd Cometa anni 1607 ſphæram orbis magni ingreſſus fuit *Sept.* 14. *ſt. vet.*, & acceſſit ad minimam ſuam à Sole diſtantiam circa *Octob.* 19; dies intercedunt 35. Diſtantia illa Perihelii à Sole ſubtendebat angulum apparentem quaſi 23gr. ad Terram, adeòque erat partium 390: tot autem partibus in tab. I. reſpondent dies 34, circiter. Porrò, Cometa anni 1665 in ſphæram Orbis annui intrabat circa *Mart.* 17, & ad Perihelium accedebat circa *Apr.* 16; intercedentibus diebus 30. Diſtantia inter Perihelium & Solem ſubtendebat angulum quaſi 7gr. ad Terram, adeòque erat partium quaſi 122: & his partibus in tab. I. reſpondent dies 30. Rurſus, Cometa anni 1682 intrabat in ſphæram Orbis magni circa *Aug.* 11, & in Perihelio verſabatur circa *Sept.* 16, à Sole tunc diſtans intervallo partium quaſi 350, quibus, in tab. I., congruunt dies $33\frac{1}{2}$. Quinetiam, celebris ille Regiomontani Cometa, qui anno 1472, per regionem poli borealis trajiciendo, confecit uno die iter graduum quadraginta, limitem orbis magni ingrediebatur *Jan.* 21, quo tempore polum præteribat, & inde properans ad Solem occultabatur ſub radiis Solaribus in ultimis diebus *Februarii*. Unde veriſimile eſt, quòd dies triginta, aut paulò plures conſumpti ſint inter ingreſſum illum & Perihelium Cometæ, quòdque adeò Cometa iſte revera non celerior fuerit aliis Cometis, neque aliunde, quàm ex tranſitu ſuo per viciniam Terræ, tantam aſſecutus ſit celeritatem apparentem.

Proponitur inventio Trajectoriæ Cometarum. Eſt igitur Cometarum velocitas, quatenus ea per hujuſmodi computationes nimium rudes definiri queat, ea ipſa, quâcum Parabolæ, vel his affines Ellipſes, deſcribi debeant: & propterea ex datâ inter Cometam & Solem diſtantiâ datur quamproximè. Et hinc oritur Problema tale.

PRO-

PROBLEMA.

Datur relatio inter velocitatem Cometæ & diſtantiam ipſius à centro Solis; requiritur Trajectoria.

SOluto autem hoc Problemate, habebitur tandem methodus determinandi Trajectorias Cometarum quàm exactiſſimè. Nam, ſi relatio illa bis aſſumatur, & inde Trajectoria bis computetur, deinde ex obſervationibus inveniatur error Trajectoriæ utriuſque; poteſt aſſumptio, per regulam falſæ poſitionis, corrigi, & ſic tertia inveniri Trajectoria, quæ cum obſervationibus planè congruet. Et, hac methodo determinando Cometarum Trajectorias, ſciri tandem poteſt exactiùs quaſnam regiones hæc Corpora percurrunt, quantæ ſint eorum velocitates, cujus generis Trajectorias deſcribunt, & quænam ſint Caudarum veræ magnitudines & formæ, pro variis Capitum diſtantiis à Sole. Quin etiam ſperandum eſt, quòd hac methodo ſciri tandem poſſit, utrùm Cometæ ſtatis temporibus in orbem redeant, & quibus temporum periodis revolutiones ſingulorum compleantur. Solvitur autem Problema, colligendo primùm ex tribus, vel pluribus, obſervationibus motum horarium Cometæ ad tempus datum, deinde ex hoc motu Trajectoriam derivando. Sic, pendet inventio Trajectoriæ ab unicâ obſervatione, motuque horario, tempore illius obſervationis; atque adeò ſeipſam vel probabit, vel redarguet: nam concluſio, quæ, ex motu horæ unius & alterius, & hypotheſi falſâ, deducitur, nunquam congruet cum motibus Cometarum à principio ad finem. Methodus computationis totius ita ſe habet.

LEMMA I.

In Problematis ſolutionem præmittuntur Lemmata.

Datas poſitione duas rectas OR, TP, *tertiâ* RP *ad rectum angulum* TRP *ſecare, eâ lege ut, ſi ad datum aliquod punctum* S *ducatur recta* SP, *datum ſit contentum Solidum ſub ductâ illâ* SP *& quadrato rectæ* OR *terminatæ ad datum punctum* O.

TAB. II. Fig. 9.

Conſit graphicè ſic. Sit contentum illud datum $M^2 \times N$. Ad rectæ OR punctum quodvis r erige perpendiculum rp occurrens ipſi TP in p. Et per puncta S, p, age Sq æqualem $\frac{M^2 \times N}{\overline{OR}^2}$. Simili Methodo, age tres, vel plures, rectas $S2q$, $S3q$, &c., & per puncta omnia q, $2q$, $3q$ acta linea regularis $q\ 2q\ 3q$ ſecabit rectam TP in puncto P, à quo demittendum eſt perpendiculum PR. *Q. E. F.*

Trigonometricè ſic. Aſſumatur linea noviſſimè inventa TP, & inde in triangulis TPR, TPS dabuntur perpendicula TR, SB, & in triangulo SBP latus SP, & error $\frac{M^2 \times N}{\overline{OR}^2} - SP$. Fac ut error iſte, puta, D ſit ad errorem novum, puta, E, ut error $2p\ 2q \pm 3p\ 3q$ ad errorem $2p\ 3p$, vel error $2p\ 2q \pm D$ ad errorem $2pP$; & error ille novus additus vel ſubductus longitudini TP dabit longitudinem correctam $TP \pm E$. Electio additionis vel ſubductionis inſpectione Schematis dirigitur. Siquando opus fuerit ulteriore correctione, operationem repete.

Arithmeticè ſic. Puta factum; ſitque lineæ TP, graphicè inventæ, correcta longitudo $TP+e$; & correctæ longitudines linearum OR, BP, & SP, erunt $OR - \frac{TR}{TP}e$, $BP+e$, & $\sqrt{\overline{SP}^2 + 2BPe + ee} = \frac{M^2 \times N}{\overline{OR}^2 - \frac{2OR \times TR}{TP}e + \frac{\overline{TR}^2}{\overline{TP}^2}ee}$. Unde, per metho-

thodum ſerierum convergentium, fit, $SP + \frac{BP}{SP} e + \frac{\overline{SB}^2}{2\overline{SP}^3}, ee$, &c. $= \frac{M^2N}{\overline{OR}^2} + \frac{2TR}{TP} \times \frac{M^2N}{\overline{OR}^3} e + \frac{3\overline{TR}^2}{\overline{TP}^2} \times \frac{M^2N}{\overline{OR}^4} ee$, &c. Pro datis $\frac{M^2N}{\overline{OR}^2} - SP$, $\frac{2TR}{TP} \times \frac{M^2N}{\overline{OR}^3} - \frac{BP}{SP}$, $\frac{3\overline{TR}^2}{\overline{TP}^2} \times \frac{M^2N}{\overline{OR}^4} - \frac{\overline{SB}^2}{2\overline{SP}^3}$, ſcribe F, $\frac{F}{G}$, $\frac{F}{GH}$, &, ſignis probè obſervatis, fiet $F + \frac{F}{G} e + \frac{F}{GH} ee = o$, & $e + \frac{ee}{H} = -G$. Hinc, neglecto termino perexiguo $\frac{ee}{H}$, prodit $e = -G$. Si error $\frac{ee}{H}$ non eſt contemnendus, pone $-G - \frac{GG}{H} = e$.

Et nota, quòd his inſinuatur Methodus generalis ſolvendi difficiliora Problemata, tam Trigonometricè, quàm Arithmeticè, abſque perplexis illis computis & reſolutionibus affectarum æquationum, quæ hactenus in uſu fuerunt.

LEMMA II.

Datas poſitione tres rectas quartâ ſecare, cujus partes interceptæ datam habeant proportionem ad invicem, quæque tranſeat per punctum, quod in unâ earum datur.

DEntur poſitione AB, AC, BC, & in AC detur punctum D. Ipſi AB agatur parallela DG occurrens BC in G; capiatur GF ad BG in datâ illâ ratione, & agatur FDE: Erit FD ad DE ut FG ad BG. *Q. E. F.* TAB. II. *Fig.* 10.

Trigonometricè ſic. In triangulo CGD dantur anguli & latus CD, & inde latera reliqua, & ex datis rationibus dantur lineæ GF & BE.

LEMMA III.

Ad datum tempus invenire & graphicè exponere motum horarium Cometæ.

TAB. II. Fig. 11.

EX obſervationibus probæ fidei dentur tres Longitudines Cometæ. Sunto harum differentiæ *ATR*, *RTB*, & requiratur motus horarius ad tempus obſervationis longitudinis intermediæ *TR*. Ducatur, (per Lemma II.) recta *ARB*, cujus partes interceptæ *AR*, *RB* ſint, ut tempora inter obſervationes. Et, ſi corpus tempore toto totam percurrat lineam *AB* uniformiter, & interea ſpectetur de loco *T*, is erit motus ejus apparens circa punctum *R*, qui fuit Cometæ tempore obſervationis *TR*, quamproximè.

Idem accuratiùs.

DEntur longitudines hinc inde magis diſtantes *Ta*, *Tb*; &, (per Lemma II.,) ducatur *aRb*, cujus partes *aR*, *Rb* ſint, ut tempora inter obſervationes *aTR*, *RTb*. Secet hæc lineas *TA*, *TB*, in *D*, & *E*; &, quoniam error inclinationis *TRa* creſcit quaſi in duplicatâ ratione temporis inter obſervationes, age *FRG*, eâ lege, ut, vel angulus *DRF* ad angulum *ARF*, vel linea *DF* ad lineam *AF* ſit in duplicatâ ratione temporis totius inter obſervationes *aTb* ad tempus totum inter obſervationes *ATB*, atque loco lineæ *AB* ſuperiùs inventæ uſurpetur linea jam inventa *FG*.

Convenit angulos *ATR*, *RTB*, *aTA*, *BTb* haud minores adhiberi, quàm decem, vel quindecim graduum, ac tempora ipſis reſpondentia haud majora, quàm dierum octo, vel duodecim, atque longitudines capi ubi Cometa celerrimè movetur. Hoc enim pacto errores obſervationum minorem habebunt rationem ad differentias longitudinum.

LEM-

LEMMA IV.

Ad data tempora invenire longitudines Cometæ.

FIT capiendo in linea *FG* diſtantias *Rr*, *R* temporibus proportionales, & ducendo lineas *Tr*, $T\varrho$. Operatio trigonometrica palàm eſt.

LEMMA V.

Invenire latitudines.

AD radios *TF*, *TR*, *TG* erigantur normaliter tangentes obſervatarum latitudinum *Ff*, *RP*, *Gg* Ipſi *fg* parallela ducatur *PH*. Huic occurrentia perpendicula *rp*, $\varrho\pi$, tangentes erunt latitudinum quæſitarum ad radios *Tr*, $T\varrho$.

PROBLEMA I.

Ex aſſumptâ ratione velocitatis determinare Trajectoriam Cometæ.

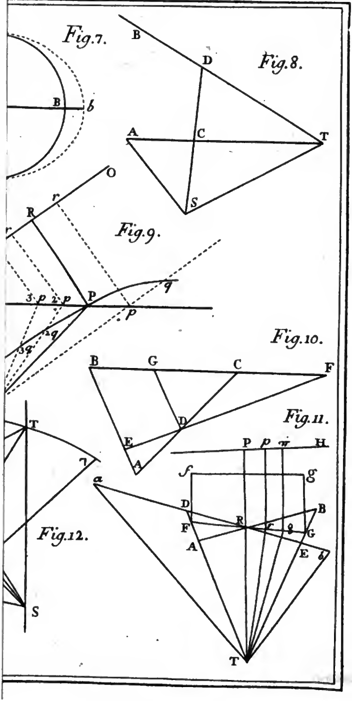
DEſignent *S* Solem; *t*, *T*, *τ* loca tria æquidiſtantia Telluris in ipſius Orbitâ; *p*, *P*, *π* loca totidem reſpondentia Cometæ in ipſius Trajectoriâ, interpoſitis inter ſingula intervallis horæ unius; *pr*, *PR*, $\pi\varrho$, perpendicula demiſſa ad planum Eclipticæ, & $rR\varrho$ veſtigium Trajectoriæ in hoc plano. Junganturt *Sp*, *SP*, $S\pi$, *SR*, *Sτ*, *tr*, *TR*, $\tau\varrho$, *τP*, & coeant *tr*, $\tau\varrho$ in *O*: Converget *TR* ad idem *O* quamproximè, error ſaltem contemnendus erit. Per Lemmata præcedentia dantur anguli *rOR*, $RO\varrho$, & proportiones *pr* ad *tr*, *PR* ad *TR*, $\pi\varrho$ ad $\tau\varrho$. Datur etiam figura *tTτO* magnitudine & poſitione, unà cum diſtantiâ *TS* & angulis *STR*, *PTR*, *STP*. Aſſumamus velocitatem Cometæ in loco *P* eſſe ad velocitatem Planetæ gyrantis in circulo ad eandem à Sole diſtantiam *SP*, ut *v* ad

Solvitur Problema. TAB. II. Fig. 11.

ad I, & determinanda erit linea pP_π hac lege, ut ſit ſpatium à Cometá duabus horis deſcriptum $p\pi$, ad ſpatium $v\times t\tau$, hoc eſt, ad ſpatium, quod Tellus eodem tempore deſcribit multiplicatum per numerum v, in dimidiatâ ratione diſtantiæ Telluris à Sole ST ad diſtantiam Cometæ à Sole SP; utque ſit ſpatium pP horâ primâ à Cometâ deſcriptum ad ſpatium $P\pi$ horâ ſecundâ à Cometâ deſcriptum, ut velocitas in p ad velocitatem in P; hoc eſt, in dimidiatâ ratione diſtantiæ SP ad diſtantiam Sp, ſive in ratione $2SP$ ad $SP + Sp$. Minutias enim toto hoc opere negligo, quæ errorem ſenſibilem creare nequeunt.

Imprimis igitur, ut in reſolutione æquationum affectarum Mathematici primâ vice radicem conjecturâ colligunt, ſic, in hoc opere analytico, conjecturam faciendo aſſequor, ut poſſim, diſtantiam quæſitam TR; &, (per Lemma II,) duco $r\varrho$, primùm ita ut rR & $R\varrho$ æquentur; deinde, (ubi proportio SP ad Sp hinc innotuerit) ita ut ſit rR ad $R\varrho$, uti $2SP$ ad $Sp + SP$, & invenio rationes linearum $p\pi$, $r\varrho$, & OR ad invicem. Ponatur eſſe M ad $v\times t\tau$, ut OR ad $p\pi$; &, ob proportionalia $\overline{p\pi}^2 : \overline{v\times t\tau}^2 :: ST : SP$, erit, ex æquo, $\overline{OR}^2 : M^2 :: ST : SP$, adeòque contentum Solidum $OR^2 \times SP$ æquale dato $M^2 \times ST$. Unde, ſi triangula STP, PTR, jam locentur in eodem plano, dabuntur TR, TP, SP, PR, (per Lemma I.) Hæc omnia perago primùm graphicè, opere celeri & rudi; dein graphicè, majori cum diligentiâ; ultimò per computationem numeralem. Tum, denuo ſitum linearum $r\varrho$, $p\pi$, determino accuratiſſimè unà cum nodis & inclinatione plani $Sp\pi$ ad planum Eclipticum, inque plano illo $Sp\pi$, (per Prop. XVI. Libri I. *Princip. Math.*) deſcribo Trajectoriam, in quâ corpus movebitur emiſſum de dato loco P ſecundùm datam rectam $p\pi$, eâ cum velocitate, quæ ſit ad velocitatem Telluris, ut $p\pi$ ad $v\times t\tau$. *Q. E. F.*

PRO-


Fig. 7.
B
b
Fig. 8.
B
D
A
C
T
S
Fig. 9.
O
r
R
r
P
q
3 p
2 p
p
2 q
3 q
Fig. 10.
B
G
C
F
D
E
A
Fig. 11.
P
p
π
H
f
g
D
B
R
r
ρ
F
G
A
E
b
T
a
Fig. 12.
T
S

PROBLEMA II.

Aſſumptam velocitatis rationem & inventam Trajectoriam corrigere.

ADhibeatur obſervatio Cometæ ſub finem motûs, aliave aliqua quàm longiſſimè diſtans ab obſervationibus priùs adhibitis; & radii, qui in illâ obſervatione ad Cometam ducitur, planique $Sp\pi$ quæratur interſectio, ut & locus Cometæ in Trajectoriâ ad tempus illius obſervationis. Si interſectio iſta incidit in hunc locum, argumento eſt Trajectoriam rectè inventam eſſe. Sin minùs; ſumendus erit novus numerus v, & Trajectoria nova invenienda; dein locus Cometæ in hac Trajectoriâ tempore obſervationis illius probatoriæ, & interſectio radii cum plano Trajectoriæ determinandi, ut priùs. Et ex variatione erroris, collatâ cum variatione aliarum quantitatum, colligetur per regulam auream, quantæ debeant eſſe variationes, ſeu correctiones illarum aliarum quantitatum, ut error evadat quàm minimus. Quibus adhibitis correctionibus habebitur Trajectoria exactè ſatis; poſito quòd computatio innixa fuit obſervationibus exactis, quòdque non multùm erratum fuit in aſſumptione quantitatis v. Nam, ſi multùm erratum fuit, iterandum eſt opus, eouſque dum Trajectoria inveniatur exactè ſatis. *Q. E. F.*

FINIS.

Digitized by Google

OPUS-

Digitized by Google

OPUSCULUM XVIII.

ISAACI NEWTONI,

EQUITIS AURATI

IN

ACADEMIA CANTABRIGIENSI

Matheſeos olim Profeſſoris Lucaſiani

LECTIONES OPTICÆ,

Annis MDCLXIX, MDCLXX & MDCLXXI.

In Scholis publicis habitæ, & ex MSS. editæ

LONDINI: An. 1729.

Digitized by Google

Digitized by Google

OPTICÆ

PARS PRIMA.

De Radiorum Lucis Refractionibus.

SECTIO PRIMA.

I.

Radiorum diverſam eſſe refrangibilitatem.

INVENTIO Teleſcopiorum nupera pleroſque Geometras ita exercuit, ut nihil in Opticâ non tritum, nullum inventioni præterea locum aliis reliquiſſe videantur. Et inſuper, cùm Diſſertationes, quas hic, non ita pridem, audiviſtis, tantâ rerum opticarum varietate, novarum copiâ, & accuratiſſimis earundem demonſtrationibus fuerint compoſitæ; fruſtranei fortè videantur conatus, & labor inutilis, ſi ego Scientiam hanc ite-

Digitized by Google

Pars I. Sectio I. rum tractandam ſuſcepero. Verùm, cùm Geometras in quâdam Lucis proprietate, quæ ad Refractiones ſpectat, hucuſque hallucinantes videam, demonſtrationes ſuas in hypotheſi quâdam phyſicâ haud bene ſtabilitâ tacitè fundantes; non ingratum me facturum judico, ſi principia Scientiæ hujus examini ſeveriori ſubjiciam, &, quæ ego de iis ſimul excogitavi, & experientiâ multiplici habeo comperta, ſubnectam iis, quæ Reverendus meus Anteceſſor hic loci poſtrema dixit.

Imaginantur Dioptrices ſtudioſi, quòd Perſpicilla ad quemlibet perfectionis gradum perduci poſſent, modò vitris, dum perpoliuntur, geometricam, quam vellent, figuram communicare concederetur; & in eum finem inſtrumenta varia fuêre excogitata, quibus vitra in figuras hyperbolicas, vel etiam parabolicas, contererentur. Sed exacta iſtarum figurarum fabricatio nemini hucuſque ſucceſſit: ſcilicet aratur litus; &, ne labores ſuos in negotio deſperato diutiùs inſumant, iis polliceri audeo, quòd, licèt omnia fierent feliciter, nihil minùs tamen, quàm votis ſuis reſponderent. Etenim vitra, licèt efformentur ſecundùm figuras in iſtum finem optimas, quæ poſſunt excogitari; tamen non duplò plùs præſtabunt, quàm ſphæricæ æquali politurâ perfectæ. Hæc autem non ideo loquor, quaſi peccatum eſſe à Scriptoribus Optices contenderem; illi enim omnia, pro intentione demonſtrationum ſuarum, accuratè quidem & veriſſimè dixerunt; ſed aliquid tamen, idque maximi momenti, reliquerunt Poſteris inveniendum; ſcilicet in Refractionibus irregularitatem quandam reperio, quæ omnia perturbat, & non ſolùm efficit, ut figuræ conicarum Sectionum ſphæricas non multùm ſuperent, ſed etiam, ut ſphericæ multò minus præſtent, quàm præſtarent, ſi dicta Refractio eſſet uniformis.

Itaque in Dioptricâ pedem figo; non, ut eam pertractarem de integro, ſed tantùm, ut hanc de naturâ Lucis proprietatem rimarer primò; deinde, ut oſtenderem, quantùm ex hâc proprietate perfectio Dioptrices impeditur; & quo pacto incommodum iſtud, quatenus natura rei ſinit, devitetur. Ubi & nonnulla proferam, quæ ad Teleſcopiorum juxta & Microſcopiorum, tum theoriam

riam, tum praxin ſpectant; oſtendens, quòd Optices ſumma perfectio, præter opinionem receptam, ex Dioptricâ & Catoptricâ mixtis * petenda eſt. Ac interea diſcrimen Colorum, & eorum geneſin à Priſmatibus, & corporibus etiam coloratis, fuſè explicabo. **De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.**

II.

Quòd omnium Radiorum non ſit eadem Refrangibilitas.

De Luce itaque compertum habeo, quòd Radii ejus, quoad quantitatem Refractionis, ab invicem differant. Ex iis, qui omnes habent eundem angulum Incidentiæ, alii angulum Refractionis aliquantò majorem, alii minorem habebunt. Plenioris illuſtrationis gratiâ, ſit EFG (*Fig.* 1.) ſuperficies quælibet refringens, puta, vitrea, & ducatur quævis OF huic occurrens in F, & cum eâ efficiens angulum OFE acutum. Concipe etiam Radios ſolares per iſtam lineam OF ſibi continuò ſucceſſivos fluere, ita ut alii poſt alios in punctum F impingant, ibidemque in medium denſius refringantur; vel, ſi mavis, finge parallelos Radios indefinitè parum diſtare ab OF, & incidere in puncta ipſi F viciniſſima. Jam, ex opinione receptâ, hi Radii, eandem habentes Incidentiam, eandem quoque Refractionem omnes habere debent, puta, in lineam FR. At contrarium compertum habeo; ſcilicet, quòd, poſtquam refringuntur, divergant ab invicem, quaſi quidam refringerentur in lineam FP, alii in lineam FQ, & alii in lineas FR, FS, & FT, ac alii etiam innumeri per ſpatia intermedia, ut & ultrà citràque nonnulli pervagantes, prout Radius quilibet ad Refractionem majorem, minoremve patiendum ſit aptus. Invenio præterea, quòd Radii FP, maximè refracti, Colores purpureos producant, & illi FT, minimè refracti, rubros; qui autem, hiſce intermedii, FQ, FR, FS, pergunt, Colores intermedios, nempe, cæruleos, virides, & flavos generant: & ſic Radii, prout apti ſunt, ut alii aliis magis atque magis refringan- TAB. I.

K 3 tur,

* Ut in Teleſcopio Cata-dioptrico. Vid. *Tranſact. Philoſ.* No. 81 & NEWTONI *Optica* Lib. I. Part. I. Prop. VII. & VIII.

Pars I. Sectio I. tur, hos ordine Colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum, & purpureum generant, unà cum omnibus intermediis, quos in Iride liceat conſpicere; unde productio Colorum Priſmatis & Iridis facilè patebit. Sed, his jam perfunctoriè notatis, quæ de Coloribus dicenda ſunt, in poſterum differam.

III.

Probatur, experimento vulgari, per longitudinem imaginis ſolaris refractæ.

Sententia noſtrâ de hâc re ſic breviter explicatâ, ne putetis fabulas pro veris enarratas eſſe, rationes & experimenta, quibus iſthæc innituntur, continuò proferam. Et, quoniam experimentum quoddam Priſmatis valdè obvium mihi primò dedit occaſionem excogitandi reliqua, iſtud primùm explicabo. Sit F (*fig.* TAB. I. 2.) foramen aliquod in pariete, vel feneſtrâ cubiculi, per quod Radii ſolares OF trajiciantur, reliquis ubique foraminibus diligenter obturatis, ne Lux alibi ingrediatur. Iſta autem obſcuratio cubiculi non eſt prorſus neceſſaria, ſed efficit tantùm, ut experimentum evadat aliquantò evidentius. Deinde Priſma triangulare vitreum A*a*B*b*C*c* ad foramen iſtud applicetur, quod Radios OF per ſe trajectos refringat verſùs PYTZ, quos Radios, oppoſito pariete, vel papyro aliquâ, ad diſtantiam à Priſmate ſatis magnam objectâ, terminatos, videbis in figuram PYTZ valdè oblongam efformari, cujus nempe longitudo PT ſit quadruplex latitudinis YZ & ampliùs. Et hinc evinci certò videtur, quòd Radiorum æqualiter incidentium alii majorem aliis Refractionem patiuntur. Nam, ſi contrarium eſſet verum, prædicta Solis imago appareret ferè orbicularis, &, in quâdam poſitione Priſmatis, ad ſenſum orbicularis conſpiceretur; id, quod contra omnem experientiam eſt. Quocunque enim ſitu Priſma diſpoſui, nunquam tamen potui efficere, quin longitudo imaginis eſſet latitudinis pluſquàm quadrupla; angulo ſcilicet Priſmatis ACB, vel *acb* exiſtente graduum, plùs minùs, ſexaginta.

IV.

De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

IV.

Caſus, in quo Radii æquè refrangibiles faciunt imaginem orbicularem.

Quòd autem datur quædam Priſmatis poſitio, in quâ imago Solis, ex opinione de Refractionibus receptâ, appareret orbicularis, ſic oſtendo. Juxta foramen, in feneſtrâ cubiculi factum, Priſma collocetur foras; vel, quod eòdem recidit, ſit E G (*fig.* 3.) corpus aliquod opacum citrà Priſma locatum, in quo ſit F foramen indefinitè parvum & orbiculare, per quod Radii refracti in parietem directè oppoſitum, ad imaginem P Y T Z ibi depingendam, trajiciantur; & ponatur A B C eſſe planum ſecans A *a* *c* C, B *b* *c* C, plana refringentia, perpendiculariter, atque etiam tranſiens per foramen F, ut & per centrum Solis D I H V, quem biſecet ſecundùm diametrum ejus D H, à cujus extremitatibus Radii D K & H N, in eodem plano jacentes, adveniant, qui, poſtquàm refringuntur, (D K in K *n*, & *n* T, atque H N in N *k*, & *k* P) utrinque pergant per centrum foraminis F; & præterea ſit talis inclinatio Priſmatis ad iſtos Radios, ut anguli A K D & B *k* F fiant æquales. Deinde ſit I V alia Solis diameter prædicto plano A B C perpendicularis, à cujus extremitatibus alii duo Radii V L, & I M adveniant; alter I M cis planum A B C, qui refringatur in M *l*, & *l* Y; alter verò V L ultra planum iſtud, qui refringatur in L *m*, & *m* Z, & prædicti quatuor Radii ſeſe omnes decuſſent in medio foraminis F. Denique ponatur, quòd imago lucida P Y T Z foramen directè reſpiciat, ita ſcilicet ut F P, & F T, item F Y, & F Z æquales fiant. Dico jam, quòd, in iſtâ poſitione Priſmatis, anguli P F T, ac Y F Z æquales eſſent, ſuppoſito Radios omnes æquè refringi, qui eundem habent angulum Incidentiæ, & proinde quòd imago iſta, ſenſui ſaltem, deberet eſſe orbicularis; utpote cujus diametri P T & Y Z ſeſe decuſſant perpendiculariter, & æquales iſtos angulos ſubtendunt. TAB. I.

V.

V.

Demonſtratio caſûs iſtius. Pars I.

Pars I. Sectio. Angulos autem iſtos PFT, & YFZ æquales eſſe ſic demonſtro. Concipe Radium aliquem à P per *k*, & N retrocedere, dum alius Radius pergit à D, per K & *n*; itaque, cùm anguli AKD, & B*k*F ſupponantur æquales, erunt etiam anguli, per primas Refractiones facti, AK*n*, & B*k*N, æquales; unde triangula CK*n*, & C*k*N erunt ſimilia, & eorum anguli externi *k*NA, K*n*B æquales; & proinde anguli, per ſecundas Refractiones facti, ANH, & B*n*F, ſunt æquales. Quare, cùm anguli AKD, & B*k*F, item ANH, & B*n*F ſint æquales, eorum differentiæ erunt etiam æquales; hoc eſt, angulus *n*F*k*, ſive PFT, æqualis angulo, quem Radii DK, & HN comprehendunt, ſive diametro ſolari. Quare, cùm demonſtratum fuerit, quòd angulus YFZ æquatur eidem diametro, liquebit propoſitum. Iſtud autem ut fiat, Theorema quoddam, more Lemmatis, præſternendum eſt.

VI.

Lemma *ad ſecundam partem.*

TAB. II. Sint duo plana (*fig.* 4.) ABCD, & EFGH ſibimet perpendicularia, quorum communis interſectio ſit KL; & ſit IP Radius quilibet, qui, in planum ABCD incidens ad punctum P, ab eo refringitur in PR; Dico, quòd ſinus anguli, quem Radius incidens IP efficit cum plano perpendiculari FH, ſit ad ſinum anguli, quem Radius refractus PR efficit cum eodem plano, ſicut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, & proinde in ratione datâ. Sumptis enim Radiis IP, & PR æqualibus, & demiſſis IQ, & RV ad planum FH perpendicularibus; & præterea ad punctum Incidentiæ erectâ SPT perpendiculari ad planum refringens BD, (quæ ideo cum altero plano FH coincidet;) & ad iſtam

iſtam demiſſis IS & RT iterum perpendicularibus; erit IPQ angulus, quem Radius incidens IP efficit cum plano perpendiculari FH; & RPV angulus, quem Radius refractus PR efficit cum eodem plano. Item IPS angulus Incidentiæ, & RPT angulus Refractionis. Quare, ſi IP, vel PR ſupponatur radius circuli, erunt IQ, RV; & IS, RT dictorum angulorum ſinus. Sed IQ & RV ſunt paralleli, (6. 10. Elem.,) propterea quòd eidem plano FH ſunt perpendiculares. Item IS & RT ſunt paralleli, (28. 1. Elem.,) quia, jacentes in eodem plano ISPTR, eidem rectæ ST perpendiculariter inſiſtunt. Hoc eſt, rectæ IQ, IS, quæ angulum QIS comprehendunt, ſunt parallelæ rectis RV, RT, comprehendentibus angulum VRT. Quare iſti anguli QIS & VRT ſunt æquales, (10. 11. Elem.:) Ductis autem QS & VT, fient anguli IQS & RVT recti; (Def. 3. 11, Elem.,) quia rectæ IQ & RV plano FH perpendiculariter inſiſtunt. Ergo triangula IQS & RVT ſunt ſimilia, (4. 6. Elem.,) & IQ. RV :: IS. RT; hoc eſt, ſinus angulorum, quos Radius incidens, & refractus efficiunt cum plano aliquo FH ad refringens planum BD perpendiculari, ſunt ut ſinus Incidentiæ, & Refractionis, & proinde in ratione datâ. Quippe ſinuum iſtorum rationem eſſe datam CARTESIUS edocuit, & alii deinde fuerunt experti. *Pars* I. Sectio. I.

Quinetiam Theorematis jam demonſtrati veritas manebit ſalva, licèt planum FH plano refringenti BD alibi perpendiculariter inſiſtat, quàm ad punctum refringens P. Exinde enim neque anguli cum Radiis & plano FH effecti, neque ideo ſinus iſtorum angulorum immutabuntur.

VII.

PARS SECUNDA.

Hiſce ita præmonſtratis, ad propoſitum jam revertar; demonſtraturus ſcilicet angulum YFZ (in *Fig.* 3.) diametro Solis, ac TAB. I.

Digitized by Google

Part II. Sectio I. proinde angulo PFT, æquari. Ex ſupra poſitis liquet, quòd planum KDHN*k*F*n* biſecat angulum Radiis IM & VL utrinque jacentibus contentum. Itaque, cùm iſte angulus æquetur diametro ſolari, angulus, quem Radiorum alter, puta IM, cum dicto plano facit, æquabitur ſemidiametro ſolari, cujus eſto ſinus A; & B ſinus anguli, quem Radius iſte refractus M*l* facit cum eodem plano. Jam, cùm planum iſtud ſupponatur perpendiculare ad Priſmatis refringens planum AC, erit, ex præcedenti Lemmate, ſinus A ad ſinum B ſicut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis è medio rariori in medium denſius. Vel, è contra, ſicut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis è medio denſiori in rarius, ita erit B ad A. Quare, cùm dictum planum DHF etiam perpendiculare ſit ad alterum Priſmatis planum BC, quod Radios è medio denſiori in rarius refringit, & inſuper, cùm B ſupponatur anguli ſinus, quem Radius incidens M*l* facit cum plano iſto perpendiculari DHF, erit (per Lemma præcedens) A ſinus anguli, quem Radius refractus *l*F facit cum eodem plano DHF; ſed A ponitur ſinus ſemidiametri ſolaris, ergo ille angulus, quem Radius *l*F facit cum plano DHF, æquatur ſemidiametro ſolari, & ejus duplus *l*F*m*, ſive YFZ, toti diametro; &, cùm ſupra fuerit oſtenſum, quòd angulus PFT ſit eidem diametro æqualis, iſti duo anguli YFZ & PFT erunt æquales. Q. E. D.

Jam, ſi planum YFZ eſſet perpendiculare plano imaginis PYTZ, æquè ac planum PFT, iſtæ quatuor lineæ FP, FT, FY, & FZ, quæ angulos æquales comprehendunt, eſſent omnes inter ſe æquales; & proin ſubtenſæ PT, & YZ etiam æquarentur. Sed, qui rem ſeriò perpendit, inveniet Radios collaterales VL*m*FZ, & IM*l*FY duobus reliquis DK*n*FT, & HN*k*FP paulò minùs refringi, & idcirco planum YFZ paulò magis declinabit è Radio FP, quàm ab FT, ſecans lineam PT infra medium ejus punctum X; & ſic, divaricans à perpendiculari FX, (quam concipe ductam,) erit aliquantulùm obliquum ad planum imaginis PYTZ, & eá de cauſâ lineæ FY, & FZ erunt paulò majores, quàm FP, & FT; & ſubtenſa YZ paulò

major,

major, quàm ſubtenſa PT. Sed hujus rei demonſtrationem, utpote nimis longam & propoſito meo non omnino neceſſariam, prætermitto. Etenim non multùm refert, utrùm planum YFZ ſit rectum ad planum imaginis PYTZ, vel nonnihil obliquum; hoc eſt, utrùm YZ ſit æqualis, vel major, quàm PT; ſufficit, quòd nequit eſſe minor. Imò, cùm propter iſoſcelia triangula PFT, & YFZ, ſit FP. FY::PT. YZ, atque FP & FY ſint quàm proximè æquales, tantilla erit inter PT, & YZ differentia, ut, quoad ſenſum, pro æqualibus haberi poſſint. De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

VIII.

In iſto tamen caſu longitudo imaginis pluſquàm quadruplex eſt latitudinis. Unde varia Refrangibilitas evincitur.

Oſtenſus itaque caſus eſt, in quo longitudo ſolaris imaginis per Priſma trajectæ conſpiceretur æqualis ejuſdem latitudini, & proinde, in quo imago iſta quaſi orbicularis appareret, modò vera eſſet opinio vulgaris. Quinimo, licèt poſitio Priſmatis alia ſit, atque deſcripſi, modò Radii utrinque Refractionem non valdè inæqualem patiantur, figura tamen imaginis eapropter vix immutabitur: Nec multùm intereſt, an corpus opacum EG, foramine F ad Radios tranſmittendos terebratum, citrà Priſma collocetur, vel ultra; neque figura foraminis multùm curanda eſt, modò ſit exigua. Etenim tam parvæ variationes haud plùs mutabunt imaginem, quàm decimâ, fortè, vel quintâ parte diametri ſuæ, ſicut cogitanti patebit. Atque ita, ut paucis tandem comprehendam omnia, liquet, quòd imago Solis refracta, ut plurimum, deberet eſſe ſenſui quaſi orbicularis, ſi modò ejuſdem Incidentiæ in idem medium Refractio ſemper foret eadem. Sed prius repugnat experientiæ; longitudine ſcilicet ejus latitudinem pluſquàm quatuor vicibus, ut dictum fuit, excedente: Ergo poſterius repugnat veritati, & ejuſdem Incidentiæ Refractio eſt varia.

Pars II, Sectio I.

IX.

Ejuſdem rei demonſtratio brevior.

Ex eodem experimento potui propoſitum ſic breviùs indicaſſe; nempe, cùm ita diſpoſuiſſem Priſma, ut Refractio Radiorum, tum ingredientium, tum egredientium, foret quaſi æqualis, an- TAB. I. gulos PFT, & YFZ (*Fig.* 2, vel 3.) dimenſus ſum, & inveni quidem angulum YFZ ſemiſſi gradûs, ſive diametro Solis, æqualem. At angulus PFT eandem diametrum quater, & ampliùs, ſuperavit, cui tamen æqualis eſſe debuiſſet, ex parte priori præcedentis demonſtrationis; & inde planiſſimè liquet propoſitum. Verùm in eorum gratiam, quæ mox ſequentur, opporteret demonſtraſſe, quòd illi Radii, quorum Refrangibilitas non eſt diſpar, efformabunt imaginem ferè orbicularem; & eâ de re mihi viſum fuit demonſtrationem iſtam, etiamſi longiuſculam, in illuſtrationem hujus experimenti hic adduxiſſe.

X.

Quo pacto Priſma facilè ſtatui poteſt in ſitu ad experienda prædicta requiſito.

Verùm, cùm in experiendis prædictis eam eſſe poſitionem Priſmatis ſuppoſuerim, ut Radii ad utramque faciem Priſmatis æqualiter refringantur; concluſionis loco, dicam, quâ ratione iſtud citò fiat & facilè. Si Priſma teneatur in Luce ſolari, & motu lento circa axem ſuum convertatur, videbis Colores, quos efficit, de loco in locum continuo motu tranſlatos eſſe, ita quidem, ut aliquando progredi, deinde verò regredi videantur. Obſervabis itaque medium inter iſtos contrarios motus, quando Colores, modò progreſſi & ſtatim regreſſuri, videntur quieſcere; quod ubi vides, ſiſte Priſma, idque in iſto ſitu fige. Dico factum. Scilicet, in eo ſitu ſumma Refractionum utrobique factarum, ſive Radii

dii emergentis ad incidentem inclinatio, evadit omnium minima. Quod cùm accidit, Refractiones utrobique ſunt æquales, uti poſthac demonſtrabitur. De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

XI.

Imaginis præfatæ figura deſcribitur, quæ partim rectis, partim ſemicirculis comprehenſa eſt.

Ceterùm experimenti hujus varias circumſtantias, non minùs jucundas experienti, quàm propoſiti noſtri indicativas, proſequi jam animus eſt. Et primùm notandum venit, quòd imaginis iſtius figura, ſecundùm longitudinem ſuam lineis rectis terminata fuit, & ſecundùm latitudinem duobus (ut ex viſu potui judicare) ſemicirculis. In *figurâ* 5^{tâ}, ſit P T imago Solis Priſmate refracta; hanc obſervabam ad latera duabus lineis AB, & CD, quoad ſenſum, rectis, & i parallelis, terminari, ad extremitates autem duobus ſemicirculis APC, & BTD, cujus quidem eventûs cauſa ex præmonſtratis ſic determinatur. TAB. II.

XII.

Quomodo talis evadit per circulares imagines, (quas unumquodque genus Radiorum æquabiliter refrangibilium facit,) in longum diſpoſitas.

Semicirculi illi terminantes in circulos compleantur, ut vides in *figurâ ſextâ*, & alius inſcribatur circulus YZ iſtis intermedius. Jam concipe Radios quoſdam à Sole provenientes, qui apti ſunt, ut, æqualiter incidentes, etiam æqualiter refringantur. Illi per Priſma trajecti, ex ſupra demonſtratis, imaginem, quoad ſenſum, (ſi ſola poſſet videri,) circularem depingent, puta, BD. Deinde concipe alios ejuſdem Solis Radios ſibi etiam conformes, qui apti ſunt, ut prioribus paulò magis refringantur; illi itaque aliam imaginem depingent circularem, puta, YZ. Et alios etiam Radios adhuc magis TAB. II.

Pars II. Sectio I. refrangibiles concipe, qui tertiam circularem imaginem AC efficient. Denique, alios innumeros cogita prædictis plùs & minùs refrangibiles, & illi alias etiam innumeras circulares imagines, prioribus tum intermedias, tum extremas, efformabunt, illuminantes oblongum ſpatium PYTZ, rectis lineis AB & CD, duobuſque ſemicirculis contentum. Verùm, cùm imagines illæ ſint omnes ejuſdem penè magnitudinis, & inter lineas AB & CD in directum diſpoſitæ, iſtæ lineæ AB & CD pro rectis ſibi parallelis haberi poſſunt, & ad ſenſum tales videbuntur; & ſic totum ſpatium PYTZ, Radiis ex eàdem Incidentiâ variè refractis illuminatum, partim parallelis rectis, & partim ſemicirculis oppoſitis terminabitur; ſicut experientiâ compertum eſt.

XIII.

Exinde deducitur experimentum, quo termini recti fiant diſtinctiſſimi.

Hanc autem conjecturam ut penitus probarem, cogitabam de imagine Solis per foramen aliquod ſine ullâ Refractione ad diſtantiam magnam trajectâ, ſcilicet quòd malè definitur, termino exiſtente inter Lucem & tenebras minimè diſtincto: At, ſi Radii iſti per Lentem convexam tranſeant, cujus focus ad imaginem eſt, imago terminabitur diſtinctiſſimè. Simili modo de Radiis æquè refrangibilibus intellexi, quòd, ſi per Priſma trajicerentur ad diſtantiam magnam, depingerent imaginem circularem malè definitam, cujus tamen terminus, mediante Lente convexâ, diſtinctiſſimus evaderet. Itaque, cùm vidiſſem terminos imaginis refractæ PYTZ non admodum diſtinctos, de imaginibus BD, YZ, AC, & reliquis circularibus, oblongam iſtam formantibus, conjiciebam, quòd multò diſtinctiùs terminarentur per Lentem convexam trajectæ, quàm aliter; & experienti res patuit. Nam rectas AB, & CD, in quas imagines omnes iſtæ circulares utrinque terminantur, vidi admodum diſtinctas, quas antea confuſas videram.

XIV.

De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

XIV.

Quare termini circulares ſemper apparent confuſi.

Sed, quod notatu valde dignum videtur, termini circulares APC, & BTD imaginis illius ſemper apparuêre maximè confuſi, Luce paulatim deficiente, donec tandem in tenebras deſiit. Scilicet intermedii circuli, ut YZ, miſcentur aliis circulis utrinque cadentibus, quibuſcum ex aliquâ ſui parte coincidunt. At extremi quidem circuli, AC, & BD, ex unâ tantùm parte cum aliis concurrunt, & eorum concurſus continuò fit rarior, & exinde Lux uſque remiſſior, dum ad extremitates, P, ac T, deventum eſt. Sed & alia prodit iſtius rei cauſa; ſcilicet, quòd Radiorum maxima copia apta ſit, ut mediocrem Refractionem patiatur, & ſic in medium imaginis incidat; & quòd eorum numerus continuò minor exiſtat, quibus competit gradus Refrangibilitatis alterutrinque magis extremus.

XV.

Admonitio de figurâ & ſitu Lentium & Priſmatum.

Ceterùm ad iſthæc experienda Lentes adhiberi vellem, quarum foci ſunt longinqui, ſex, fortè, vel duodecim pedibus à Lentibus diſtantes, modò tales præſto ſint: ſaltem non ſint minùs diſtantes, quàm duobus. Atque etiam latera Priſmatis debent eſſe accuratè plana; ſin latera ejus ſint aliquatenus convexa, tum præſtat adhibere Lentem, cujus focus ad pedes tantùm duos, vel tres à ſe remotus eſt. Quibus paratis, Lentem Priſmati ex utrâvis parte colloca vicinam, ita ſcilicet, ut Radios per ſe trajectos directè reſpiciat. Deinde Radii in papyrum aliquam excipiantur, quam ultrà citràque transfer, donec imaginem coloratam utrinque rectis parallelis diſtinctiſſimè terminatam videas.

Digitized by Google

Pars I.
Sectio II.

XVI.

Deque imagine quâdam orbiculari.

Sed obſervandum eſt, quòd, cùm Priſma collocatur ultra
TAB. I. foramen F, (ut *in Fig.* 3.,) vel ipſi quàm proximè citrà, & Lens magis diſtat ab iſto foramine, quàm focus Lentis, quem Radii in eam parallelos incidentes efficerent, diſtat à Lente; duplicem invenies caſum, in quo imago in papyrum projecta evadet diſtincta: alter, quando Radii omnes homogenei, qui in Lentem paralleli incidunt, ita refringuntur, ut ad papyrum iſtam in eodem puncto concurrant; quod fit, quando vides imaginem coloratam oblongam, & parallelis rectis diſtinctè terminatam: alter caſus eſt, quando Radii omnes homogenei ab uno puncto foraminis F divergentes, poſtquam à Lente refringuntur, ad unum iterum punctum dictæ papyri convergunt. Id autem accidit, cùm imaginem albam, orbicularem, & undique benè definitam vides. De quo fusè dicetur alibi. Sufficiat hoc monitum hìc dediſſe, ne quis propriis oculis hæc experturus, per ambiguitatem effectûs incautè decipiatur, & exinde prædicta in dubium revocet.

XVII.

Ac de umbris nebularum Solem intercedentium.

Juvat annotare præterea, quòd nebulæ aliquæ tenuiores interceperunt diſcum Solis, eum non penitus obſcurantes, & umbras in hanc imaginem PT projecerunt, non ſui ſimiles, ſed in longum protenſas, & imaginis terminis rectilineas parallelas. Id, quod ratiociniis modò allatis accuratè convenit. Nam, concipe nebulam aliquam in diſco Solis ad inſtar maculæ conſpicuam eſſe;
TAB. II. & ea, ſi Radii maximè refrangibiles, circuloque AC (*fig.* 7.) circumſcripti ſpectentur, umbram projiciat in locum L, ita ut circulus AC cum umbrâ L diſcum Solis nebulâ deficientem referat. Quo poſito, ſi Radii minimè refrangibiles, circuloque BD cir-

circumſcripti ſpectentur, umbra nebulæ ab iis projicietur in locum N, cujus talis erit ſitus in circulo BD, qualis eſt ipſius L in circulo AC, quippe hic etiam diſcum Solis nebulâ deficientem refert. Atque idem porrò diſcurſus de circulo quolibet intermedio cum umbrellâ ejus M intelligatur; adeò ut, propter indefinitam multitudinem circulorum ſpatium integrum ABDC occupantium, nebula ſuas umbras per totam longitudinem LN diſpergat, eamque reddat obſcuram; & ſic, cùm plures nebulæ, vel nubium ſinus, Soli interveniant, imago ejus plurimis umbris in longum diffuſis, & parallelis obſcurabitur. De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

XVIII.

Ab imaginis figurâ aliud etiam experimentum deducitur, quò fiat multùm oblongior.

Ut dictas proprietates Lucis, quâ potui diligentiâ, perſcrutarer, ſequentem præterea modum excogitavi, quo illas examini ſubjicerem. Nempe, (*in fig.* 6.) cùm magnitudo circulorum AC, YZ, BD, dependeat à magnitudine ſolari, ſi diameter Solis fieret aliquantò minor, quàm nunc revera exiſtit, tum illi etiam circuli fierent minores, diſtantiâ centrorum H, I, K, non omnino mutatâ, ut videre eſt in *fig.* 8. Et ſic latitudo imaginis, ad ejuſdem longitudinem comparata, multò minor evaderet, quàm antea; utrâque ſcilicet per eandem quantitatem diminutâ. Hæc probaturus effeci, ut Radii Solis per duo parva foramina ab invicem longè diſtantia tranſirent, antequàm inciderent Priſmati; quo pacto Radii ab extremis partibus Solis venientes excludebantur, & res perinde ſucceſſit, quaſi diameter Solis revera eſſet diminuta. Illuſtrationis gratiâ, ſit (in *fig.* 9.) *efg* feneſtra parvo foramine *f* penetrata, per quod Radii ſolares cubiculum, aliàs obſcuratum, ingrediantur; deinde ſit EFG corpus aliquod opacum, perforatum ad F, & in medio cubiculo ita locatum, ut Radii iterum permeent foramen iſtud, antequàm Priſma ABC ponè locatum attingant. Jam, foraminum iſtorum diametro exi- TAB. II. TAB. II. TAB. II.

Pars II. Sectio I. tente $\frac{1}{8}$ digiti, & eorundem diſtantiâ *f*F 12 pedibus, (ita ſcilicet, ut maxima Radiorum utrumque foramen permeantium inclinatio foret angulus ferè minutorum 6, hoc eſt, quaſi quinta pars diametri ſolaris,) atque etiam imagine PT projectâ in papyrum, decem pedes à Priſmate diſtantem, prout anguſtia cubiculi tulit; inveni longitudinem imaginis eſſe pluſquàm quatuor digitorum cum ſemiſſe, & latitudinem trientis digiti; hoc eſt, longitudinem pluſquàm quatuordecim vicibus majorem latitudine, ſicut ex prædictis oportet eveniſſe. Etenim, cùm iſti tantùm Radii mittuntur intro, qui minùs, quàm quintâ parte ſolaris diametri ad ſe invicem inclinantur, diametri AC, YZ, & BD, diminutæ diametro foraminis F, debent eſſe quintuplò minores,
TAB. II. quàm ſecundùm priora contingeret, ut videre eſt in *fig.* 6. & 7., quaſi à Sole eſſent effectæ, cujus diameter ſit quinquies mi-
TAB. II. nor diametro Solis noſtri. Verùm, ſi corpus opacum *fg* (*fig.* 9.) tolleretur, ut Radii per unum ſolummodò foramen F ad Priſma tranſirent, ſicut in prioribus factum eſt, latitudo imaginis evaderet $1\frac{1}{4}$ digitorum, & longitudo pluſquam 5 dig.: angulo nempe Priſmatis exiſtente 60 grad., vel paulò majori. Itaque diameter circulorum AC, YZ, & BD, qui eo, quo dictum eſt, modo, imaginem conſtituunt, eſſet $1\frac{1}{6}$ dig., à quâ ſubducatur diameter foraminis, nempe $\frac{1}{8}$ dig., & manebit $1\frac{1}{24}$ dig., cujus quintæ parti rurſus adjungatur eadem foraminis diameter ſive $\frac{1}{8}$ dig. & prodibit $\frac{1}{3}$ dig. diameter circulorum AC, YZ, & BD, in *fig.* 8., quæ minor eſt quàm diameter circulorum iſtorum, *in fig.* 6., quantitate $\frac{5}{6}$ dig. Quamobrem, *figura* 8, quaquâverſum eſt minor quàm ſexta, quantitate $\frac{5}{6}$ dig. Atque ideo longitudo ejus ſit pluſquàm 4 dig., latitudo autem digiti triens. Id, quod cum experientiâ modò recenſitâ quadrat. Ad eundem modum, ſi foramina *f* & F adhuc minora forent, vel ſi diſtantia *f*F foret major, imago PT oblongior evaderet. Quod idem quoque quadantenus contingeret, ex imagine PT à Priſmate longiùs diſſitâ. Ceterùm notandum eſt, quòd foramina *f* & F ad Radios direct reſpicientia ſupponam, licèt non multùm refert, an ſitus eorum ſit parùm obliquus, ut in appoſitâ figurâ nonâ factum eſt.

XIX.

De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

XIX.

Experimentum iſtud promovetur.

Porrò, ſi in hoc experimento convexam Lentem, ut priùs, adhibueris, cujus focus ad imaginem cadit, foramine F (ſi placet) dilatato, vel opaco corpore EG prorſus ablato, ut Radii per foramen longinquum *f* ſolummodo tranſeant, &, ſi foramen iſtud *f* effeceris anguſtius, quàm antea (ceteris, ut priùs, ſtantibus) imaginem valdè oblongam, & pro longitudine lucidiorem videbis, quàm in caſu priori. Exempli gratiâ, ſi diameter foraminis ſit pars digiti vigeſima, & ſi pedibus ab inde duodecim Priſma cum Lente diſpoſueris, videbis longitudinem imaginis pluſquàm octoginta, vel centum vicibus latitudine majorem. Sed in his experiendis oportet cubiculum quaquâverſùs bene obturatum eſſe; ne Lux alibi, quàm per foramen *f*, ingreſſa perturbet imaginem, & juxta circulares ejus extremitates obſcuram reddat: Et præterea, ſi ſuperficies Priſmatis ſint accuratè planæ, præſtat adhibere Lentem, quæ focum ad diſtantiam magnam projicit, puta, ad 12, vel 20 pedes, modò loci amplitudo ſinat; quo pacto de proportionibus imaginis meliùs judicium proferas. Quòd, ſi latera Priſmatis ſint aliquantulùm convexa, ut iis nonnunquam contingit, quæ vulgò venduntur, licebit iſtud, abſque ullâ Lente, ſolum adhibere, & ejus convexitas Radios, vice Lentis, ad magnam diſtantiam congregabit. Quinimo, ſi cum Priſmate quolibet Lentem parvam adhibeas, cujus focus non ſit duobus, tribuſve pedibus longinquior, imaginem conſpicies, ſatis longam quidem, ſed cujus latitudo haud ſenſibilis exiſtit. Id, quod propoſito noſtro non minùs inſervit, quàm ſi poſſes de proportione longitudinis ad latitudinem ejus accuratè judicare. In iſtis etiam experiendis notetur præterea, quòd Lens non debet ita longè poſt Priſma locari, quin poſſit ad omnes Radios ſimul tranſmittendos extendi, ne imaginem ſucceſſivè per partes tantùm obſervare ſis coactus: Et notetur denique, quòd ſi foramen F

Pars II. Sectio I. citrà Priſma locaveris, & Lentem deinceps citra foramen iſtud, ad diſtantiam majorem ab eo, quàm focus Radiorum à foramine *f* longinquiori manantium abeſt à lente, duplex erit caſus, in quo imago in papyrum projecta conſpicietur diſtincta, prout Radii venientes à ſingulis punctis foraminis F, aut à ſingulis punctis foraminis *f*, in totidem itidem punctis papyri colliguntur. In uno caſu imago erit alba & orbicularis, ut priùs (§. 16 *) commonui; in altero autem, oblonga & colorata, ſicut præſens experimentum exigit.

XX.

Magis adbuc promovetur per imaginem Stellæ Veneris.

Jam liquet ex præfatis, quòd imaginis PT latitudo ſemper evadit eò minor, quò foramen longinquum *f* factum eſt anguſtius; ut nihil dubitandum ſit, quin dicta latitudo prorſus evaneſceret, ſi, vice foraminis iſtius tranſlucidi, unum dumtaxat punctum ibi lucidiſſimum exiſteret: atque iſtud ſic futurum eſſe confirmatur ex obſervatione non diſſimili, quam habui quondam de Stellâ Veneris. Cubiculo nempe quaquâverſùs obturato, excepto foramine paulò pluſquàm duos digitos lato, ut tenebroſiſſimum efficeretur. In iſto foramine vitrum objectivum Perſpicilli ſeptempedalis collocavi, latitudine ejus, ad ſufficientem Radiorum copiam tranſmittendam, duos digitos & ampliùs, apertâ. Deinde, ad diſtantiam ſeptem pedum papyro tranſverſè poſitâ, in eam vidi Syderis imaginem ad inſtar puncti lucidi projectam; &, interpoſito Priſmate ad diſtantiam pedis unius, duorumve, ab iſtâ papyro, per quod Radii trajecti aliò refringerentur, pro puncto illo lucido, ad diſtantiam inde pluſquam pedalem, vidi lineolam, licèt non valdè lucidam, facilè tamen conſpicuam, & cujus longitudo ſemiſſem digiti ſuperavit, latitudo autem fuit, quoad ſenſum, nulla; ſaltem haud major, quàm ut ſentiretur. Atque idem, credo, de Stellis primæ magnitudinis, uti de Sirio, liceat obſervare; præſertim ſi Lens adhibeatur quatuor, vel ſex digitos lata, ut plures Radios tranſmittat.

XXI.

* Pag. 88. hujus

De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.
TAB. I.

XXI.

Et applicatur deſcriptioni Refractionis ad fig. I. *traditæ.*

Hoc experimentum, quàm bene convenit cum explicatione noſtrâ, quam, de Refractione Radiorum ad eundem angulum incidentium variâ, ſub initio dedi, operæ pretium videtur adnotare. In *figurâ primâ* ſuppoſui complures Radios per eandem rectam in ſuperficiem aliquam refringentem ſucceſſivè delatos eſſe, ibidèmque alios aliis paulò magis, gradatim, refringi. Quod ſi fieri concipiatur, abundè ſequeretur, quòd Radii ſic refracti, ſi corpore deinceps opaco quovis, ut papyro, interciperentur, lineolam ibi lucidam depingerent. Jam, licèt Radii à Stellâ aliquâ venientes, non omnes in eâdem rectâ pergant, tamen, quòd tantundem eſt, pro parallelis haberi poſſunt; &, quòd à Lente convexâ effecti ſunt convergentes, antequàm attingant Priſma, hoc adeò non deſtruit analogiam, ut eam maximè confirmet. Etenim, pro ſingulis in eâdem rectâ pergentibus, debes tantùm concipere tot Radiorum penicillos, qui omnes habeant eundem axem, & idem punctum concurſûs; & quòd iſtorum penicillorum alii magis aliis à Priſmate refringuntur, ita ut eorum puncta concurſûs, ſive Foci, qui priùs coincidêre, jam ſinguli cadant ſeorſim, lineam rectam conficientes. Ac proinde, quòd axes penicillorum, qui Radiis, puta, ſucceſſivis, eòuſque coincidebant, donec attigêre Priſma, ibi per variam Refractionem ſint effecti divergentes, ut ad Focos penicillorum in lineâ rectâ jacentes pergant.

XXII.

Circumſtantia variata eidem deſcriptioni rurſus applicatur.

Si Priſma Stellæ Veneris vicinius, quàm Lentem collocaveris, ut Radii per illud trajiciantur primò, & à Lente deinde convergentes fiant, eandem lineolam, ut priùs, videbis, licèt minùs conſpicuam

Part II. Sectio I. ſpicuam & inventu difficiliorem. Jam in hoc ſpecimine, cùm Radii omnes adveniant paralleli, ſi æqualiter refringerentur tranſientes Priſma, manerent poſtea paralleli, uſque dum Lenti inciderent, & in eâ proinde ſic refringerentur, ut omnes deinceps ad idem punctum pergerent, & ſic punctum lucidum conſpiceretur. Quare, cùm, vice puncti iſtius, appareat linea, concludendum eſt, quòd omnes Radii non æqualiter refringuntur.

XXIII.

Quòd in adductis experimentis Refractiones non caſu fiunt inæquales, neque aliâ cauſâ, quàm inæquali Refrangibilitate.

Si jam objiciat aliquis, quòd in Refractionibus quidem detur irregularitas, ſed eam eſſe contingentem, & non ex prævià Radiorum diſpoſitione, vel ullis certis legibus ortam; reſpondeo, quòd imago Solis præfata, ſi Radiis nullâ certâ lege refractis fieret oblonga, non poſſet in lineas rectas ſecundùm longitudinem ſuam diſtinctè terminari, ſicut ad *figuram quintam* * oſtenſum eſt. (TAB. II.) Quinetiam non omnino deberet eſſe oblonga; ſed, parte ejus mediâ & magis ſplendidâ, in morem orbis effingi, ſenſibilique termino diſtingui ab erraticâ Luce debiliori quaquâverſùm diſperſâ: perinde ut Sol apparet, cùm nubibus penè obſcuratur, vel ut ejus imago cernitur, cùm trajicitur per laminam vitream parallelis planis terminatam, & halitu, vel fumo leviter obductam, ut Lux inter refringendum paululùm conturbetur. Adhæc, ſi duo Priſmata ſimilia ABC & *abc*, (*fig.* 10,) (TAB. III.) juxta ponantur ſecundùm longitudines ſuas parallela, cum lateribus planis AC & *ac*, ut & BC & *bc*, parallelis; & ſi Sol tranſluceat utrumque in locum Z, ubi corpus opacum Luci directè opponitur, Radiis tamen ejus per orbiculare foramen F priùs trajectis, Lux incidens in dictum Z apparebit diſtinctè orbicularis, non ſecus, quàm ſi directè tenderet ab F, Priſmatibus non omnino interpoſitis. Fatendum eſt itaque, quòd utriuſque Priſmatis conjunctim Refractiones ſunt regulares, & proinde etiam Refractiones alterutrius. Scili-

* Page 85, 86 hujus.

Scilicet, Radii illi ſimiliter incidentes, non omnes æquè refringuntur in primo Priſmate ABC, ut neque in ſecundo *abc*; tamen, cùm ea Refractionis inæqualitas non contingens ſit, ſed oriatur ex prævià Radiorum diſpoſitione, ideò, licèt varii Radii variè refringuntur, tamen ejuſdem Radii eadem erit Refractionis quantitas in utroque Priſmate, & quantùm incurvatur à priori ABC, tantùm recurvabitur à poſteriori *abc*; unde Radius quilibet, utcunque ſit refrangibilis, poſtquàm ex utroque Priſmate emerſerit, ſibimet ipſi, cùm nondum iis inciderat, fiet parallelus. Atque ideo, cùm omnes ad eaſdem plagas tendant, ad quas liberè tenderent, ſi Priſmatibus non interciperentur, neceſſe eſt ut eandem orbicularem imaginem ad Z exhibeant, quam illuc liberè tendentes exhiberent. Quòd ſi imago oblonga, per Refractionem unici Priſmatis, (ut dictum eſt,) effecta, figuram ſuam à Radiis nullà certà lege divaricantibus, ſed forte fortunâ huc illuc vagè refractis, acquireret; cùm Refractiones binis Priſmatibus geminentur, errores etiam Radiorum duplo plures evaderent, ut & duplo majores; & exinde imago ad Z fieret multò oblongior; quæ tamen, experientià teſte, in orbem contrahitur. De Radiorum Diverſa Refrangibilitate.

Nonnullis fortè in ſuſpicionem veniet, quòd terminatio Lucis, ſive quieſcentis medii confinium, diverſitatem Refractionis efficiat; ſed huic dubitationi in promptu eſt remedium, efficiendo nempe ut Lux à poſticâ parte Priſmatis, (ſicut ad *fig.* 3.) ſolummodò terminetur, ne fiat umbræ confinis priuſquam fuerit refracta. Et propterea, ne ſuſpicio ſit de varià craſſitie vitri, poteſt Refractio ejus ad varias craſſities tentari, promovendo Priſma tranſverſè juxta Lucis ingreſſum parallelo motu, ita ut Lux primò ad aciem ejus tranſjiciatur, deinde ad partes craſſiores; & in quovis caſu perſimilis erit Colorum apparitio. Neque multùm intereſt, ſi foramen, per quod Lux ingreditur, ſit latius, vel anguſtius; nam exinde nihil aliud eveniet, quàm Lucis Colores exhibentis augmentatio, vel diminutio, ac tanta dilatatio, vel contractio imaginis, quanta eſt foraminis. TAB. I.

Experimento duorum parallelorum Priſmatum jam antè deſcripto conſtat etiam, quòd hæc imaginis in longitudinem diſtractio non

Digitized by Google

Pars II. Sectio I. non oritur ex ejuſdem cujuſque Radii diffuſione, vel diſtractione in complures divergentes Radios; ſiquidem illi per iteratam diffuſionem, vel diſtractionem, in tranſitu per ſecundum Priſma, tunc reſolvi deberent in longè plures & magis divergentes Radios. Quin, & iiſdem omnibus objectionibus adverſatur experimentum, ubi poſterius Priſma non ſtatuitur parallelum anteriori, ſed perpendiculariter tranſverſum. Nam in iſto caſu, ſi anterius Priſma diſtraheret imaginem in longitudinem, ob aliam quamcunque cauſam, quàm diverſam Refrangibilitatem diverſorum Radiorum, tunc poſterius Priſma, per tranſverſam Refractionem, diſtrahere deberet illam oblongatam imaginem in latitudinem, & ſic quadrilateram efficeret. Sed experimentum tentanti res ſecus evenit, imagine ſcilicet non ſecundùm latitudinem dilatatâ, ſed ſolùm obliquatâ per majorem Refractionem extremitatis violaceæ, quàm rubræ.
TAB. III. Quemadmodum videre eſt ad *fig.* 11, ubi imago PT, per ſecundi Priſmatis Refractionem, transfertur ad *pt*. Ex dictis, opinor, ſatis ſupèrque conſtat id, quod initio propoſui demonſtrandum: quoniam autem jucunditatem intellectui, & aſſenſum plerunque firmiorem, harmonia rerum plurium affert, quàm unici, licèt maximè ſcientifici, argumenti teſtimonium; non erit abs re, ſi in aliud experimentorum genus præcedentibus affinium experturos breviter introducam.

XXIV.

Perſtringuntur alia experimenta præcedentibus affinia.

TAB. III. In *fig.* 12. ſit F foramen valdè exiguum, per quod Lumen Solis trajiciatur; deinde, ad diſtantiam pro lubitu magnam, ſtatuatur Priſma ABC, per quod Radii tranſeant refracti, prout in prioribus explicui; tum, Oculo ponè admoto, circularis foraminis F videbis imaginem TP oblongam, cujus longitudo ad latitudinem collata, tantò major erit, quantò foramen F fiet anguſtius; & exinde patet, quòd Radiorum alii, tendentes ad Oculum per H, quaſi manaſſent à P, ſunt magis refracti, quàm alii tenden-

tes

Digitized by Google

Fig. 1.

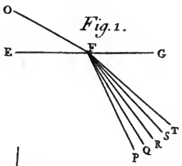


Fig. 2.

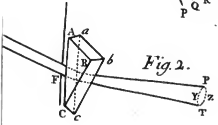
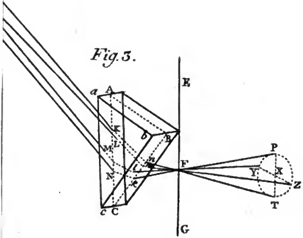


Fig. 3.



Digitized by Google

tes per I, quaſi à T veniſſent; &, Radiis ſic in Oculum non ſecus ingreſſis quàm ſi profluxiſſent ab oblongo ſpatio P T, neceſſe eſt, ut ſpatium iſtud longum appareat luminoſum. De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

Sed cavendum eſt, ne foraminis F tanta ſit apertura, ut nimiæ Lucis introitu lædatur Oculus; imò, ne tanta ſit, quin ut poſſis nudo Oculo particulam Solis per foramen iſtud, quaſi punctum lucidum, diſtinctè & abſque ullâ circumradiatione, tranſpicere; Verùm, ſi Lumen Solis cenſeatur nimium hùic experiendo, Lumen à nubibus tranſmiſſum ſufficiat; modò talis ſit Oculi tui diſpoſitio, ut foramen, ſine Radiis circumcirca ſuperfluis, diſtinctum cernas, antequàm interponas Priſma; aliàs imaginem ejus non cernes diſtinctam, neque debitâ longitudine deductam. Ad hæc, liceat tandem obſervare, ſi filum albens interpoſito Priſmate aſpicias; etenim filum multò latius apparebit, cùm in ſitu ad longitudinem Priſmatis parallelo, quàm cùm in tranſverſo, ſtatuitur. Ceterùm, ut in uno comprehendam omnia, ſi Stellam fixam primæ magnitudinis, mediante Priſmate intuearis, ejus etiam imago conſpicietur longa. At, cùm Radii Stellarum pro parallelis habeantur, ſi omnes æquè refringerentur, manerent etiam paralleli, poſtquàm egrediuntur è Priſmate; &, Oculum ſic ingreſſi, efficerent imaginem omnino ſimilem Stellæ, vel puncto lucido, nullatenus oblongam; perinde ut ſit, cùm Stella parallelos Radios in Oculum directè mittit. Videbis itaque, quòd Radii paralleli, ſuperficiebus planis refracti, fiunt inclinati; unde neceſſe eſt, ut inæqualem Refractionem patiantur. In tranſitu autem notetur, quòd Teleſcopio, ſi placeat, primùm adhibito, tum, ut copia Lucis ad Oculum tranſmittatur, tum, ut ſcintillatio, quâ Fixæ ſolent, quaſi coronâ, cingi, minuatur, & Priſmate deinceps interpoſito, videbis albicantem lineam diſtinctiorem, quàm priùs, cum latitudine vix, aut ne vix quidem, conſpicuâ. His paucis de Radiorum diverſâ Refrangibilitate narratis, quorum ſenſus plenior in ſequentibus, ubi de Coloribus agitur, elucefcet; reſtat, ut Refractionum quantitates & menſuræ jam determinentur.

PARS PRIOR.

SECTIO SECUNDA.

De menſurâ Refractionum.

XXV.

De menſurâ Refractionis dati generis Radiorum, è quâvis Incidentiâ datâ.

REFRACTIONES ope angulorum, quos incidentes & refracti Radii cum perpendiculo refringentis plani conſtituunt, quaſi datam rationem habentium, à Veteribus determinatæ fuerant. TAB. III. Quemadmodum ſi, in *fig.* 13., IH ſit planum refringens, cui linea DCE ad aliquod ejus punctum C perpendiculariter inſiſtit, & in illud C Radius quilibet AC incidat, & refringatur ad R; poſito refractum Radium CR in plano ACI jacere, quod refringenti plano perpendiculare eſt; ſuppoſuère Veteres, quòd angulus Incidentiæ ACD, angulus Refractionis RCE, & angulus refractus RCF, ſemper ſint in datâ quâdam ratione: vel potiùs, hypotheſin credidêre ſatis accuratam eſſe, ubi Radii à perpendiculo non multùm divaricant. Sic, in vitro ſtatuerunt angulum Refractionis quaſi triplum eſſe anguli refracti. At illa Refractionum æſtimatio minùs exacta deprehenditur, quàm ut pro fundamento Dioptrices debet ſtatui, & CARTESIUS aliam regulam primus* excogitavit, quâ iſtud exactiùs determinaretur; ponendo dictorum angu-

* Poſtea NEWTONUS intellexit SNELLIUM Refractionis legem primum inveniſſe, & CARTESIUM ſuum Theorema à conſimili SNELLII Propoſitione deduxiſſe. Vide NEWTONI *Principia* in Schol. Prop. XCVI. Lib. 1.

Fig. 4.

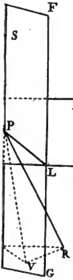


Fig. 5.

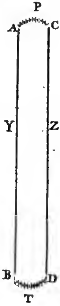
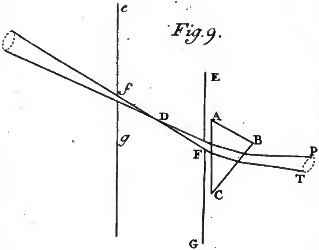


Fig. 6.



8.

Fig. 9.



Digitized by Google

angulorum ſinus eſſe in ratione datâ. In *fig.* 13. ſi centro C, & diſtantiâ quâlibet AC, circulus deſcribatur, ſecans Radios præfatos in A & R, & ab iſtis punctis ad plani perpendiculum DCE demittantur normales AD & RE; ipſarum AD & RE proportio erit eadem perpetuò. Cujus rei veritatem Auctor non ineleganter demonſtrâſſet, modò de cauſis phyſicis, quas aſſumpſit, nullum dubitandi locum reliquiſſet. Ut, & quoniam inſtrumentis, in iſtum finem accuratè inſtructis, examinarunt aliqui, & veritati (quoad ſenſum) exactè convenientem adinvenerunt, non dubitamus pro fundamento ſtatuere; hoc ſolùm adhibito moderamine, quòd, cùm is de quibuſlibet Radiis indifferenter affirmârit, quaſi omnium perſimilis fuiſſet Refractio, nos tantùm affirmamus de ſingulis eorum generibus ſeorſim ſpectatis; ponendo, quòd Radiorum æquè refrangibilium ſinus Refractionis ſunt, ut ſinus Incidentiæ. Concipiamus aliquot genera Radiorum ſecundùm lineam AC, in *fig.* 14., eſſe allapſa ad punctum C, ibique refracta per ſuperficiem IH; puta, mediocriter refrangibiles Radios in CR, minimè refrangibiles in CT, & maximè refrangibiles in CP, ac innumeros alios, gradibus intermediis plùs minùs refrangibiles, per totum ſpatium TCP diffuſos eſſe. Jam, ſi ducatur DCG perpendicularis ad planum refringens IH, & centro C, diſtantiâ quâvis AC, circulus, (ut priùs,) deſcribatur, ſecans Radios dictos in A, P, R, T; atque ex iſtis punctis demittantur perpendiculares AD, PG, RE, TF, pro ſinubus angulorum ACD, PCG, RCE, TCF; pono, quòd, utcunque Radii incidant, tamen ſemper erit AD ad PG in eâdem ratione; quâ ſemel cognitâ, regulam habes pro Refractione Radiorum maximè refrangibilium in eandem ſuperficiem ad angulum quemvis incidentium menſurandâ: Et ſic ſemper erit AD ad TF in eâdem ratione; quâ cognitâ, regulam habes, quâcum Refractio minimè refrangibilium in quâvis Incidentiâ determinabitur. Atque idem de ratione ipſius AD ad RE, & ad ſinum cujuſvis intermedii generis concipiatur.

De Menſurâ Refractionum.
TAB. III.
TAB. III.

Pars II.
Sectio II.

XXVI.

De conferendis Refractionibus Radiorum diverſi generis.

Porrò autem, cùm ſinus PG, RE, TF, ceterique, datam habeant rationem ad ſinum AD, datam quoque rationem inter ſeſe habebunt; atque adeò, ſi, ex unicâ obſervatione, proportionem ſinuum PG, RE, TF, & reliquorum, ad Radios ex eâdem Incidentiâ refractos pertinentium cognoveris, regulam exinde habebis, quâcum ex ſinu Refractionis cujuſvis generis Radiorum, & in iſtam ſuperficiem utcunque incidentium, dato, ceterorum omnium ex eâdem Incidentiâ prolabentium ſinus elicias; licèt quænam ſit eorum Incidentia non innotuerit. Quinimo, ſi omnium AD, TF, RE, PG, &c. proportiones inter ſe ſemel cognoſcantur, habito reſpectu ad eadem media refringentia, regulam habes pro ceteris omnibus exquirendis ex unico quovis unquam dato. Itaque, quò rationes iſtorum ſinuum inveſtigentur, convenit, ut in aliquo Radiorum genere proportio ſinûs Incidentiæ ad ſinum Refractionis primùm exquiratur; deinde, ut proportiones ſinuum Refractionis pro Radiis diverſorum generum, ad eundem angulum incidentium, determinentur.

XXVII.

Ad ſinus Incidentiæ & Refractionis conferendos adhibetur mediocre genus Radiorum.

Ad ſinus Incidentiæ cum ſinubus Refractionis conferendos, commodum erit, ut medium genus eligatur, puta, genus illud Radiorum, qui viriditatem, vel potiùs, Colorem viridi & cæruleo intermedium, exhibent. Credo enim illos, qui Refractiones antehac menſuravêre, (ſive id factum ſit, ut jam dicta hypotheſis Cartesii probaretur, ſive aliis de cauſis,) credo illos, inquam, menſuram inſtituiſſe ad medietatem refractæ Lucis; hoc eſt,

ſi

ſi ſpatium à Coloribus occupatum ſpectemus, ad confinium viridis & cærulei: Aut, ſi ſpectemus quantitatem Lucis, ad medietatem viridis; & præterea punctum iſtud pro principali Foco Lentium habendum eſſe videtur, in quod intermedium genus Radiorum convergit. Atque etiam, ſi quando de Radiis indiſtinctè diſſerendum eſt, ut hactenus apud Opticæ Peritos conſueverit, genus mediocre commodiùs, quàm extremorum aliquod pro omnibus haberi poteſt. De Menſurâ Refractionum.

XXVIII.

Modus explorandi ſinuum iſtorum rationes.

Porrò, cùm fortè deſideretur accuratius examen dictæ regulæ Carteſianæ, quàm antehac inſtituebatur, dum varia Radiorum Refrangibilitas experientes latuit, primò dicam, quo pacto id non incommodè fiat. Quoniam fluidi pellucidi ſuperficies refringentes facilè poſſint inclinari ad quemvis datum angulum, quod ſolido non eſt conceſſum, fluida in hunc finem fuerunt adhibita; ſed inſtrumento magis laborioſo, quàm opus erat, & erroribus fortè magis obnoxio, quàm ſi omni apparatu privaretur, demptá trabe, cui vaſculum aquæ plenum affigitur. Sit itaque HK, in *fig.* 15., TAB. III. vectis ligneus duas, treſve ulnas longus, aut ampliùs, ſatis craſſus, ne ob longitudinem & pondus minimè inflecti queat, quadrilaterus, rectangulus, & rectus, cum lateribus oppoſitis exactè parallelis. Tum, lamellæ duæ HI & KL ſuper unum ejus latus ad angulos rectos erigantur; KL proximè ad unam extremitatem, & HI quaſi quatuor digitos ab alterâ diſtans, quarum longitudo ſit trium digitorum, quatuorve; latitudo autem duorum, vel trium. Deinde ſumatur vaſculum aliquod cylindricum, vel priſmiforme CF, duos, treſve digitos latum; longum verò quatuor, vel quinque. Ejus baſis ſuper lamellam HI cemento aliquo duro & tenaci figatur, ac in eo ſitu firmetur ope trabis HK ultra lamellam dictam HI productæ. Tum, trajiciatur ejus fundum in medietate, & lamella ſimul, parvo foramine F, puta, decimâ

 parte

Pars II. Sectio II. parte digiti lato ; & juxta foramen iſtud in alterâ lamellâ notetur punctum R , quod æquè diſtat à trabe , ac dicti foraminis centrum ; ita ſcilicet , ut linea FR , per centrum foraminis ad R ducta , ſit parallela longitudini trabis. Denique ſumatur lamella vitrea , plana , polita , & uniformiter craſſa , eaque applicetur ad planitiem lamellæ HI , vaſculo CF obverſam , ſuper foramen F ; & cemento figatur ita , ut vaſculum iſtud aquæ , (quâ repleatur,) non ſit pervium ; & cum normâ aliquâ fiat periculum , an illa vitrea lamella perpendiculariter inſiſtat trabi. Quod ſi non contingat , corrigatur ſitus , donec ſit exactè perpendicularis. In cujus rei gratiam convenit , ut dicta lamella vitrea ſit tres , vel , quatuor digitos longa & lata , quò de ſitu ejus meliùs judicare liceat. Inſtrumento hoc ſic fabricato , & aquâ vaſi CF , pluſquàm ad medietatem ejus , infuſâ , illud in Radiis ſolaribus ita ſtatuatur , ut , in ſuperiori ſuperficie aqueâ refracti , perpendiculariter emergant ad foramen F , rectàque progrediantur verſùs laminam KL , Rubedine ad T , Purpurâ ad P , & viridi , vel confinio cærulei & viridis , ad R incidentibus. Convenit autem , ut dicta lamina KL dealbetur , aut albente papyro veſtiatur , quò de Coloribus judicium certius feras. Interea verò , cum quadrante aliquo amplo , & exactè fabricato *ekr* quæratur inclinatio trabis HK ad horizontem , & habebis angulum Refractionis *ekr* , & ejus ſinum *er*. Tum , Solis altitudo ſtatim inquiratur , ejuſque complementum ad 90 grad. ; A*k*D erit angulus Incidentiæ , & AD ſinus. Quibus ſinubus ad invicem collatis , & experimento ad diverſas Solis altitudines repetito , conſtabit , an ſinuum ratio ſemper ſit eadem. Quòd ſi velis , ut experimenta varia ſimul fiant , aut ad minorem Incidentiam , quàm ſit complementum maximæ altitudinis ſolaris , vice Radiorum à Sole directè manantium , poſſis adhibere reflexos.

XXIX.

Digitized by Google

De Menſurâ Refractionum.

XXIX.

Modus explorandi vim refractivam ſolidi cujuſvis aere circumdati.

Cùm eandem ſinuum Incidentiæ & Refractionis rationem alicui Radiorum generi, utcunque in eandem quamvis ſuperficiem incidenti, perpetuò competere ſat exploratum fuerit; proponatur exquirere rationem illam, ad ſuperficiem data quælibet media diſterminantem; idque unico experimento. Si aer ſit unum ex datis mediis, & liquor quilibet alterum, inſtrumentum noviſſimè deſcriptum non incommodè poteſt adhiberi. Sin mediorum alterum ſit ſolidum, res expeditè perficitur ad *diagramma* 16. In ejus explicationem præmittantur duo ſequentia Lemmata.

LEMMA I.

In *fig.* 16., ſit ABC Priſma ex materiâ quâvis pellucidâ confectum, cujus axis ſit horizonti parallelus, & perpendicularis ad Radios Solis; & præterea ſit ejus poſitio talis, ut dictos Radios OX æquè refringat, ingredientes ad X, & egredientes ad Y. Iſtud autem quo pacto debet fieri, oſtenſum fuit ad §. 10.* Jam dico, quòd angulus Refractionis ad alterutram refringentem ſuperficiem, ut AC, factæ, ſit æqualis dimidio verticalis anguli priſmatici ACB. Scilicet, ad punctum Incidentiæ X erigatur perdendicularis HX, erit HXY angulus Refractionis ad ſuperficiem AC. Porrò, demittatur CI perpendicularis in Radium XY; & iſta biſecabit angulum YCX, propterea quòd triangulum YCX, (ob æqualitatem Refractionis in X & Y,) ſit iſoſceles. Dico itaque, quòd anguli HXY, & ICX, æquantur: Nam, ang. AXY = ang. XIC+ICX, (per 32. 1. Elem.) Sed anguli AXH, & XIC ſunt recti; Ergo reſidui HXY, & ICX æquantur. Q. E. D. TAB. IV.

* Pag.

LEM-

Pars II.
Sectio II.

LEMMA II.

Ad hæc, ſi Radius incidens OX, & emergens YN indefinitè producantur, occurrentes in G; & præterea, ſi recta quævis KL, horizonti parallela, Radiis iſtis interjiciatur, conſtituens triangulum GKL; &, cùm refractus Radius YN tendit ſurſum, ſi ſumma angulorum LKX, & KLY ſumatur; aut eorum differentia, cùm iſte YN tendit deorſum; Dico, quòd illius ſummæ, vel differentiæ dimidium, unà cum angulo Refractionis HXY, æquabitur angulo Incidentiæ HXG. Nam, dicta ſumma, vel differentia æquatur angulo NGK, (per 32. 1. Elem;) hoc eſt, angulis GXY+GYX; &, cùm triangulnm GYX ſit iſoſceles, dictæ ſummæ, vel differentiæ dimidium æquabitur angulo refracto GXY, qui, cum angulo Refractionis YXH, conſtituit angulum Incidentiæ. Q. E. D.

His præmiſſis, Problema propoſitum ſic perficitur. Primò menſuretur angulus verticalis Priſmatis ACB; & ejus dimidium erit angulus Refractionis. Dein, Priſmate in poſitione præfatâ diſpoſito, per quod Radii trajiciantur ingreſſi foramen F, ope quadrantis MNPQ ampli & accurati, (puta, cujus pinnarum M, & N, diſtantia ſit pedis unius, ad minimum,) exploretur angulus YLK, vel P*k*Q, quem refracti Radii YMN cum horizonte conſtituunt, faciendo, ut mediocriter refrangibiles per pinnas M & N, ad diſtantiam decem, aut viginti pedum à Priſmate, trajiciantur; & ſimul obſervetur Solis altitudo XKL: Qui duo anguli addantur, ſi refracti Radii YMN ſurſum tendant, ſicut in ſchemate deſcribitur; aliàs, minor ſubtrahatur à majori; & ſummæ, vel differentiæ dimidium, unà cum angulo Refractionis priùs invento, erit angulus Incidentiæ, ut patet per Lemma ſecundum. Denique, ex angulis Incidentiæ & Refractionis ſic datis, dantur eorum ſinus. Q. E. F.

XXX.

De menſurâ Refractionum.

XXX.

Exemplum in Refractione cujuſdam generis vitri.

Sic, in Priſmate quodam vitreo, dimenſus ſum angulum ejus maximum ACB, & inveni 63 grad. 12 min., cujus dimidium HXY eſt 31. gr. 36. m., ejuſque ſinus 5240, poſito ſinu 90 gr., 10000. Deinde, cùm altitudo Solis OKL obſervabatur eſſe 14 gr. 4. min., alter angulus MLK, à Radio YN ad medium Viriditatis tendente conflatus, erat 30 gr. 52 m.; quorum ſumma eſt 44°. 56′., ejuſque dimidium YXK 22°. 28′., quod, unà cum angulo Refractionis HXY facit 54°. 4′., angulum Incidentiæ, cujus ſinus eſt 8097. Denique, conferendo ſinus jam inventos, ut eorum proportio in minimis terminis haberetur, inveni eſſe ut 11 ad 17 ferè. Quare, pro regulâ generali ſtatuendum eſt, quòd Radiorum Viriditatem exhibentium ſinus Incidentiæ ex aere in vitrum quodvis, æquè refractivum ac illud Priſma, ſit ad ſinum Refractionis ut 17 ad 11.

Haud ſecus, dimetiendo Refractionem Radiorum, Colorem inter viridem & cæruleum exhibentium, inveſtigatur 45°. 8′., pro duplo anguli refracti, cujus dimidium 22°. 34′., unà cum angulo Refractionis 31°. 36′., dat angulum Incidentiæ 54°. 10′, ejuſque ſinus 8107, eſt ad ſinum Refractionis 5240, ut 82 ad 53, proximè.

XXXI.

Modi præfati commoditas.

Hujus autem modi commoditas in menſurandis Refractionibus ex eo conjicietur, quòd inſtrumento nullo hìc opus eſt, dempto quadrante, & Priſmate, cujus Refractio deſideratur; quòd Refractionem, dum geminetur, factam ad X & Y exinde certiùs metiri poſſis; & quòd facillimum ſit Priſma in deſiderato ſitu diſpo-

nere, ut ſupra oſtenditur §. X. *: Imò, quòd parvus error à ſitu deſiderato ferè nihili ſit; dum, quoad ſenſum, haud inde mutabitur angulus refractus MGK, ut experienti patebit. Quippe angulus iſte hic minimus eſt, & quantitatum per motum generatarum, cùm maximæ exiſtant, vel minimæ, hoc eſt, in momento regreſſûs, motus, ut plurimum, ſunt infinitè parvi. Sic verbi
TAB. IV. gratiâ, in *fig.* 17, ſi centro C deſcribatur circulus *l* L *l*, & extra eum ſumatur punctum quoddam G, ducaturque GIC, & erigatur normalis GK. Deinde, ſi concipiatur, quòd punctum *l* moveatur uniformiter in illius circuli circumferentiâ, per quod punctum recta quædam G*l*, circa centrum G rotata, perpetuò tranſeat; manifeſtum eſt, quòd, quò major ſit angulus CG*l*, ſive quò minor angulus KG*l*, eò minor erit motus angularis ipſius G*l*; &, cùm angulus CG*l* ſit maximus, ſive angulus KG*l* minimus, hoc eſt, in momento regreſſûs, (rectâ G*l* tunc circulum in L tangente,) motus ejus erit infinitè parvus, &, quoad ſenſum, nullus; parvuſque error à puncto contactûs L nullam ſenſibilem variationem in angulis iſtis KGL & CGL producet. Et ad eundem ferè modum, parva convolutio Priſmatis haud omnino mutabit angulum MGK, cùm iſte ſit minimus, ſive complementum ejus maximum. Quòd, ſi Priſma diſponeretur in quovis alio ſitu, quàm hic deſcribitur, (puta, cùm Radii perpendiculariter ingreſſi ad egreſſum dumtaxat refringuntur,) minimus error ab iſto deſiderato ſitu multùm mutaret angulum refractum, & ſic experientia foret incertitudini & erroribus multò magis obnoxia.

XXXII.

Regula de inveſtigandâ Refractione mediorum ſibi ipſis contiguorum, quorum aeri contiguorum Refractiones cognoſcantur.

In majorem hujus rei copiam, quia dantur aliqui caſus, ubi Refractiones per modos jam deſcriptos haud poſſint menſurari, (ut, cùm Refractio ſit ex vitro in cryſtallum, ex aquâ in vitrum, vel ex uno liquore in alium,) & nequa omnino ſit refringens ſuper-

* Pag. 84. hujus.

perficies, cujus Refractio nequit inveſtigari, Problema ſequens lubet proponere. De menſurâ Refractionum.

PROBLEMA.

Datis Refractionibus, quas duo media alicui tertio contigua conficiunt, illorum ſibi ipſis contiguorum Refractiones invenire.

In *Fig.* 18. ſunto duo media propoſita A & B, quorum ſuperficiei diſterminantis Refractio quæritur; & ſit C medium tertium, cujus ſuperficiei, ipſis A & B contiguæ, Refractiones dantur. Sitque ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ex medio C in medium A, ſicut I ad R; & ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ex eodem medio C in alterum medium B, ſicut j ad r; Dico, quòd ſit $I\times r$, ad $R\times j$, ut ſinus Incidentiæ, ad ſinum Refractionis ex medio B in medium A. TAB. IV.

Verbi gratiâ, ſi proponatur inveſtigatio Refractionis ex aquâ in vitrum, datâ Refractione ex aere in utrumque; ſitque ſinus Incidentiæ ex aere in vitrum ad ſinum Refractionis, ut 17 ad 11; & ſinus Incidentiæ ex aere in aquam ad ſinum Refractionis, ut 4 ad 3. Quare, ſinus iſtos multiplicando reciprocè, erit ut 17×3 ad 11×4, ſive ut 51 ad 44, ita ſinus Incidentiæ ex aquâ in vitrum ad ſinum Refractionis. Et ſic, cognitâ Refractione ex aere in quævis alia media propoſita, poſſis adipiſci eorum Refractionem inter ſe, & è contra.

XXXIII.

Regulæ ejus DEMONSTRATIO.

Ceterùm demonſtratio hujus non eſt omittenda, in quem finem præſternatur Lemma ſequens. Si media duo propoſita A & B, in *Fig.* 18., concipiantur eſſe planis parallelis terminata, contigua, & dicto medio tertio, (puta, aere,) circumdata, & Radius quilibet ON, obliquè incidens ad N, refringatur primò ad M, ac deinde ad L, & emergens pergat ad K. Dico, Radium inciden- TAB. IV.

 dentem ON ſibi emergenti LK parallelum eſſe: Cujus quidem aſſertionis veritas experientiâ patet. Etenim ponatur medium A eſſe vitrum, & medium B eſſe aquam; mediumque tertium circumdans eſſe aera: Et laminæ vitreæ A ſuperficies rMR tenuiter illinatur aquâ B, & ſtatuatur parallela ad horizontem, ut aqua conſiſtat uniformiter craſſa. Quo facto videbis, quòd Radii, per utrumque medium A & B trajecti, tendent ad eaſdem plagas, verſùs quas tenderent à Sole directi.

Præmiſſo hoc, erigantur iNr, HMG, & RLI, perpendiculares ad refringentia puncta N, M, & L; eſt ergo j ad r, ut ſinus anguli ONi ad ſinum anguli MNr, ſive NMH; &, multiplicando rationem antecedentem per I, fiet $I\times j$ ad $I\times r$, ut ſinus ipſius ONi ad ſinum ipſius NMH. Porrò eſt I ad R, ut ſinus anguli KLI, ſive ONi, ad ſinum anguli MLR, ſive LMG; &, multiplicando rationem antecedentem per j fiet $I\times j$ ad $R\times j$, ut ſinus anguli ONi ad ſinum ipſius LMG. Jam, permutando terminos utriuſque proportionis, fiet $I\times j$ ad ſin. ONi ut $I\times r$ ad ſin. NMH; & $I\times j$ ad ſin. ONi ut $R\times j$ ad ſin. LMG. Quare, ex æqualitate rationis, eſt $I\times r$ ad $R\times j$ ut ſin. NMH ad ſin. LMG. Q. E. D.

XXXIV.

Modus dimetiendi Refractiones ſolidorum ad fluida accommodatur.

Ex hiſce ſic oſtenſis, Problema non inutile proficiſcitur, quo Refractiones fluidorum eodem modo metiri poſſis, ac de ſolidis oſtenſum eſt ad *Fig.* 16., non adhibito inſtrumento HLK, quod in *Fig.* 15 deſcribitur. Scilicet, ex laminis vitreis, in morem cunei connexis, vaſculum priſmiforme conficiatur, cujus acies, ſive angulus verticalis, ſit grad. 80, circiter, vel 90. Iſtius autem anguli quantitatem exactiſſimâ menſurâ cognitam habebis, ejuſque dimidii ſinum pro ſinu Refractionis ſemper ſtatues. Quo peracto, cùm liquoris alicujus vis refractiva deſideratur, vaſculum cum illo liquore impleatur, & in tali ſitu diſponatur, ut acies ejus à concurſu

curſu refringentium planorum conſtituta, ſit parallela ad horizontem, & perpendicularis ad Radios ſolares, atque ut illi Radii, per præfata refringentia plana trajecti, Refractiones ad ingreſſum & egreſſum æquales patiantur. Et ope quadrantis, ut oſtenſum erat ad *fig.* 16., exploretur angulus Incidentiæ, cujus ſinus ad præfatum ſinum Refractionis erit, ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ex aere in liquorem propoſitum. De menſurá Refractionum.

XXXV.

Refractio aquæ, prout ipſe dimenſus ſum, in ſpecimen ejus rei adducitur.

Inſtantiæ gratiâ, quo aquæ Refractionem cognoſcerem, curavi, ut Priſma ligneum conficeretur, quale eſt AB*c*, in *fig.* 19, cujus ille angulus ACB, quem pro verticali deſignabam, foret rectus, ceterique duo ſemirecti; & effeci, ut refringentia plana A*c*, & B*c*, per meditullium trajicerentur foramine F, parallelo ad baſem A*b*, per quod foramen Lux itura eſſet; & ut tertium planum A*b* foderetur in G, uſque dum aditus ad foramen F tranverſè pertingeret. Dein, ſumptis duabus ex vitro lamellis, quas ſpeculum confractum mihi ſubminiſtravit, unam DE ſuper meditullium plani B*c* cæmento fixi, & alteram ſuper meditullium alterius plani A*c*, ut meatus F utrinque clauderetur. Tum, aquam pluvialem per orificium G in excavatum ſpatium infudi, & cum operculo ex ſubere conciſo clauſi. Atque adeò aqua, duabus vitreis lamellis ad angulum rectum inclinatis interjecta, vices ſubibat aquei Priſmatis habentis angulum rectum. Eas autem laminas rectum angulum exactè comprehendere ex applicatione normæ cognovi; cujus ideo dimidium, grad. 45, pro angulo Refractionis habendum eſt. (Lem. 1. §. XXIX.*) Hoc Priſma dein ita ſtatuebam ad ingreſſum Lucis in obſcurum cubiculum, ut eadem foret utrinque Refractionis quantitas; &, ex altitudine Solis, & refractorum Radiorum Viriditatem exhibentium inclinatione ad horizontem, inveni angulum refractum eſſe 51°. 16'., cujus dimidium 25°. TAB. IV.

* Pag. 103. hujus.

Pars I. Sectio II. 25°. 38'., unà cum angulo Refractionis 45°, dabit angulum Incidentiæ 70°. 38'. Horum verò angulorum 70°. 38', & 45°, ſinus ſunt 9434, & 7071, reſpectu ſinûs 90 grad., ſeu 10000; quorum quidem numerorum ratio eſt paulò minor, quàm *Carteſiana* 250 ad 187, & paulò major, quàm 4 ad 3, nempe 4, 002 ad 3; quæ tamen, à ratione $\frac{4}{3}$, tam parvâ differentiâ recedit, ut error fuit inſenſibilis, ſi poſuerim eſſe, ut 4 ad 3; idque maximè, cùm aquæ Refractio non perpetim eadem maneat, ſed à caloris viciſſitudine nonnihil patiatur, varioſque denſitatis gradus induat: Quod idem & aeri circumdanti contingit, qui à vaporibus etiam non ſolùm variè incraſſatur, ſed & arctiùs, (auctâ atmoſphæræ gravitate,) vel laxiùs comprimitur. Adde, quòd aquarum, ex diverſis terrarum regionibus ſcaturientium, aut, vi Solis, in vapores & pluviam deinde converſarum, diverſæ ſint denſitates, & internæ diſpoſitiones ad refringendum, ortæ ex variis mineralium tincturis, quas è locis ſubterraneis extrahunt, & exhalationibus variè craſſis & copioſis, quæ ſimul cum vaporibus in altum attolluntur.

XXXVI.

Præfatorum Demonstratio.

Problematis hujus, de Refractionis fluidorum menſurâ, ſic ſoluti veritas conſtabit ex oſtenſo, quòd Refractionis in hoc Priſmate, ex aquâ & vitris compoſito, eadem ſit quantitas, quæ foret, ſi vitrum tolleretur, & aqua ſola maneret aere circumdata. TAB. V. Sit itaque ABC Priſma, in *fig.* 20., confectum ex laminis vitreis AC*fd*, & BC*fe*, (ut dictum eſt,) & aquâ *dfe* repletum. Et concipiatur, quòd DEF ſit aqueum Priſma, immediatè circumdatum aere, & omnino ſimile aquæ *def* circumcluſæ vitro, ſimiliterque poſitum; & incidant Radii paralleli ON, OX, in utrumque; quorum alter ON, refractus in N, M, L, & K, tendit ad H; alter verò OX, refractus in X, & Y, tendit ad Z. Dico jam, quòd emergentes KH, & YZ, erunt paralleli;

ralleli; atque adeò, quòd, in utroque Priſmate, tota Refractio-num quantitas erit eadem. Etenim, in *fig.* 18., ſi Radius *om* ipſi ON parallelus incidat in vitream laminam A, emergatque in *lk*, notum eſt, quòd Radius *lk* erit parallelus ipſi *om*, hoc eſt, ipſis ON & LK; &, cùm *lk* & LK ſint paralleli, erunt etiam *ml* & ML paralleli. Unde liquet propoſitum, quòd quantitas Refractionis, ex aere in medium quodvis propoſitum, ſit eadem, ſive Radii immediatè ingrediantur iſtud medium ex aere, (ut ſit ad *oml*,) ſive priùs permeent aliud medium interpoſitum & parallelis planis terminatum, (uti ſit ad ONML,) & è contra. Atque idem intellige, cùm, vice aeris, aliud quodpiam adhibetur medium. Quare, in *fig.* 20, cùm paralleli Radii OX & ON incidant in Priſmata DFE & ACB ſimilia & ſimiliter poſita, Refractionis quantitas ex aere in aquam erit eadem, ſive Radii immediatè intrent, ut videre eſt ad DEF, ſive priùs permeent lamellam vitream A*df*C; hoc eſt, Radius XY ſemel refractus erit parallelus ML bis refracto; &, ob eandem rationem, cùm XY & ML ſint paralleli, Radii emergentes YZ & KH erunt etiam paralleli. Quare, cùm Radii incidentes & emergentes ſint paralleli, Refractio tota Priſmatis utriuſque erit eadem. Atque adeò, cùm aqueum Priſma aeri contiguum, propter aquæ fluiditatem, fabricari nequeat, ejus vice liceat adhibere vitreum Priſma cum aquâ repletum. Q. E. D.

De menſurà Refractionum. TAB. IV.

TAB. V.

Et ſic modus generalis, quo Refractiones ex aere in quælibet media propoſita determinentur, oſtenſus eſt; facillimus quidem & erroribus minimè obnoxius; præſertim, ſi angulus Priſmatis ſit magnus & exactè cognitus, quadrans magnus & accuratus, & obſervatio facta longè poſt Priſma, ubi Colores multùm dilatati faciliùs diſtinguuntur. Et præterea, cùm Refractiones inter aerem & media propoſita ſic experientiis determinantur, indicata eſt regula, (§. XXXII., *) quâ mediorum eorundem ſibi ipſis contiguorum Refractiones eliciantur. Quod ſatis eſt, in gratiam primi caſûs, de Refractionibus dimetiendis, cùm in eodem quopiam Radiorum genere proportio ſinûs Incidentiæ & Refractionis quæritur, oſtendiſſe.

* Pag. 106. hujus.

XXXVII.

Digitized by Google

XXXVII.

Radiorum diverſi generis Refractiones conferuntur, & maximæ Refrangibilitatis differentia inveſtigatur.

Proſequendus eſt jam alter caſus, ubi heterogeneorum Radiorum Refractiones conferendæ ſunt. Quòd autem ſinus Refractionis cujuſque Radiorum generis ſit ad ſinum Incidentiæ in datâ quâdam ratione, experiri poſſis dimetiendo Refractiones ſingulorum inſigniorum generum, juxta varias obliquitates in medium
TAB. III. aliquod refringens ſeorſim incidentium, veluti in aquam (ad *Fig.* 15) in vaſe ſtagnantem, vel in Priſmata vitrea, quorum diverſæ ſint quantitates angulorum verticalium. Nam, per unum Priſma proportiones ſinuum ad ſingula Radiorum genera inveſtigare poſ-
TAB. IV. ſis, prout oſtenditur ad *Fig.* 16, deinde per alia Priſmata, (vel ejuſdem Priſmatis alios, ſeu minores, ſeu majores, angulos,) exquirere, an eædem proportiones in aliis obliquitatibus obveniant. Atque ita (obſervationibus accuratiſſimè factis) ſimul conſtabit, Refractiones cujuſque generis Radiorum ſecundùm certas rationes ſinuum peragi, & iſtorum ſinuum rationes innoteſcent. Impræſentia verò, cùm eandem eſſe cujuſque Radii Refractionem cognoverim, ſive heterogeneis Radiis, (ut in Lumine Solis nondum refracto,) commiſtus incidat, ſive ab heterogeneis priùs ſeparetur: oſtendam, quomodo per Refractionem immediati Luminis ſolaris hæ proportiones obtineri poſſint, imprimis determinando proportiones ſinuum Refractionis inter ſe reſpectu ejuſdem Incidentiæ, ac deinde cum communi ſinu Incidentiæ conferendo. Et, quoniam de intermediis Radiorum generibus facile eſſet judicium ferre, ſi modò Refractiones extremorum eſſent cognitæ, ſatisfecero, ſi Radios maximè omnium refrangibiles cum minimè refrangibilibus compara-
TAB. V. vero. Itaque, in *Fig.* 21, ſit ABC Priſma vitreum ita poſitum, ut Radii, tum ingredientes, tum egredientes, eandem quantitatem Refractiònis, ut priùs, patiantur. Dies autem ſeligatur ſplendidus, & cubiculum eſto valde obſcurum, ut Colores uſque ad ulti-

Digitized by Google

Fig. 10.

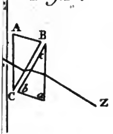


Fig. 11.

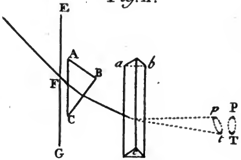


Fig. 12.

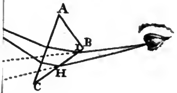
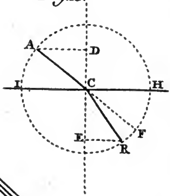


Fig. 13.



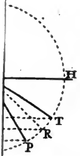
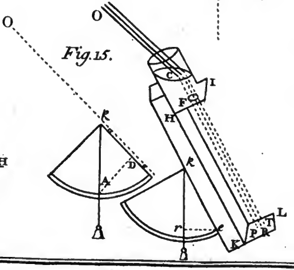


Fig. 15.



ultima, quæ occupent, ſpatia diſtinctè ſatis videri poſſint. Tunc ad diſtantiam viginti pedum, aut ampliùs à Priſmate, Radii excipiantur in papyrum aliquam directè obverſam, & ſpatii à Coloribus illuminati, (ut PT,) longitudo & latitudo menſuretur. Sic; Priſmate adhibito, cujus angulus verticalis ACB fuit 63°. 12′, & latitudine foraminis Radios intromittentis exiſtente quartâ parte digiti, ad diſtantiam XP, vel XT, 22 pedum, inveni maximam longitudinem imaginis PT eſſe $13\frac{1}{4}$ dig., circiter, & latitudinem $2\frac{5}{8}$ dig. Jam, ſi latitudo hujus imaginis ab ejus longitudine ſubtrahatur, manebit $10\frac{5}{8}$ digiti pro longitudine, quam habere debuiſſet, ſi Solis diſcus, (& foraminis F diameter,) fuiſſet infinitè parvus; hoc eſt, ſi Radii adveniſſent omnes in eâdem rectâ OF. Iſta itaque linea $10\frac{5}{8}$ dig. ſubtendit angulum, quem Radii duo ſimiliter incidentes per inæqualitatem Refractionis conſtituunt, quorum alter maximè omnium ſimiliter incidentium, & alter minimè omnium refringitur, qui proinde angulus ex calculo reperitur 2°, 18′. Verùm, cùm angulus iſte binâ Refractione ad X & Y conficiatur; & præterea, cùm utraque ſupponatur æqualis, calculus ad hoc negotium ſatis accuratus ex unicâ tantùm Refractione poterit inſtitui, puta, quæ conficitur ad latus BC. Etenim, ſi verticalis angulus ACB plano DC biſecetur, & alterum Priſmatis dimidium DCB, vel DCA, concipiatur tolli, Refractio ad alterum dimidium facta, Radiis obliquè incidentibus in AC, & perpendiculariter emergentibus è latere DC, vel perpendiculariter incidentibus in latus DC ſecundùm unicam lineam quandam XY, & obliquè emergentibus è latere BC: Refractio, inquam, ſic ad alterum dimidium facta, foret ſemiſſis Refractionis ad integrum Priſma, ſi modò unicum quodpiam Radiorum mediocriter refrangibilium genus ſpectetur. Quinetiam, ſi cetera omnia Radiorum genera ſimul ſpectentur, aſſertio illa, licèt non ampliùs ſit abſolutè vera, tamen veritati tam proximè accedet, ut, quoad ſenſum & calculum mechanicum, pro verâ habeatur. Quamobrem, cùm Refractionis utriuſque ad X & Y peractæ computatio geometrica ægriùs inſtitui poſſit, iſtud, more ad praxin magis accommodato utut mechanico, perficere non verebor;

De menſurâ Refractionum.

Digitized by Google

Pars I. Sectio II. confiſus id mihi vitio verti non debere, ſi, dum computationes rebus phyſicis adhibeo, minutias, quæ operam moleſtè & ſine fructu producerent, miſſas faciam. Refractionem itaque ex unicâ tantùm parte Priſmatis perpendam; &, quoniam omnes Radii, demptis mediocriter refrangibilibus, à dimidio ACD bis deberent refringi, & ſemel tantùm ab altero dimidio DCB, perpendiculariter ingreſſi latus planum DC ſecundùm lineam XY; itaque in dimidio DCB fiat calculus, hoc eſt, ad latus planum BC. Suppoſito, quòd omnibus Radiis ſecundùm eandem lineam XY allapſis, angulus, quem maximè refrangibiles cum minimè refrangibilibus, poſtquam refringerentur à latere BC, conſtituerent, foret dimidium anguli PYT; hoc eſt, 1°. 9′. Jam, cùm angulus Incidentiæ Radii XY, ex præmonſtratis, ſit 31°. 36′.; & angulus Refractionis mediocris 54°. 10′.; transferantur hæc omnia in *ſchema* 22, ponendo, quòd CB ſit ſuperficies diſterminans medium vitreum verſùs A, & aereum verſùs F, & quòd angulus Incidentiæ XYH ſit 31°. 36′.; eritque angulus Refractionis RYF 54°. 10′.; & angulus PYT, 1°. 9′.; differentia nempe Refractionis inter maximè refrangibiles YP, & minimè refrangibiles YT. Qui angulus à Radio YR mediocriter refracto, & confinium cærulei & viridis occupante, biſecatur. Ac proin angulus PYR, vel RYT, erit 34½ min., dimidium totius PYT. Adeòque, angulus PYE 54 grad. 44½ min., & angulus TYE 53 grad. 35½ min., & eorum ſinus PG ac FT erunt 81656 & 80481, quorum proportione ad ſimpliciores numeros redactâ, erit PG ad TF ut 69½ ad 68½, circiter. Ad hunc modum experimenta & calculum cùm ſæpiùs inſtituerim, horum ſinuum proportiones inter terminos 67 ad 66, & 72 ad 71, ſemper obvenerunt; ſed, ut plurimum, incidi in proportiones 69 ad 68, 69½ ad 68½, & 70 ad 69, quarum tantilla eſt differentia, ut parvi intereſt quænam adhibeatur.

TAB. V.

XXXVIII.

Fig. 16.

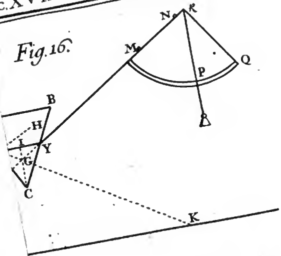


Fig. 17.

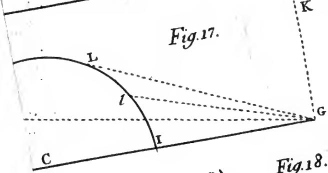
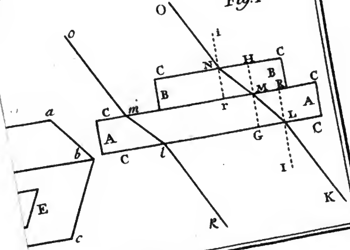


Fig. 18.



Digitized by Google

Digitized by Google

De menſurâ Refractionum.

XXXVIII.

Illarum Refractionum ſinus ad communem ſinum Incidentiæ conferuntur.

Ratione ſinuum Refractionis pro extremis Radiorum ſimiliter incidentium generibus ſic inventâ, eorum computatio ad ſinum Incidentiæ ſimul innoteſcit; quippe, qui paulò antè inventus eſt 52400; &, conferendo hunc 52400 ad ſinus 81656 & 80481, eorum ratio in minoribus numeris reperietur $44\frac{1}{2}$ ad $69\frac{1}{2}$, & $68\frac{1}{2}$; aut $44\frac{1}{4}$, ad 69, & 68 ferè. Refractionibus nempe ex vitro in aere peractis.

XXXIX.

Radiorum, ad oppoſitas partes ejuſdem refringentis ſuperficiei incidentium, ſinus ſunt reciprocè proportionales.

Quòd ſi Radii è contra ex aere in vitrum ſimiliter incidant; proportiones ſinuum nullo negotio ex jam inventis eruuntur, utpote, quæ ſunt reciprocæ. Sit I communis ſinus Incidentiæ è vitro in aerem; P ſinus Refractionis maximè refrangibilium Radiorum; R mediocriter refrangibilium; & T minimè refrangibilium. Dico, quòd ex horum reciprocè proportionibus, (ſi $\frac{1}{I}$ ponatur eſſe ſinus Incidentiæ ex aere in vitrum,) erit $\frac{1}{P}$ ſinus Refractionis maximè refrangibilium Radiorum; $\frac{1}{R}$ ſinus Refractionis mediocriter refrangibilium; ac $\frac{1}{T}$ minimè Refrangibilium. Nam, cùm ſinus Incidentiæ Radii maximè refrangibilis è vitro in aerem ſit I, & ſinus Refractionis P, Radii ejus, ex aere in vitrum per eaſdem lineas retroacti, ſinus Incidentiæ erit P, & ſinus Refractionis I; ſiquidem jam Radius eſt incidens, qui priùs fuerit

Pars I. Sectio II. refractus. Eſt ergo ſinus Incidentiæ Radii maximè refrangibilis, ex aere in vitrum utcunque incidentis, ad ſinum Refractionis, ut P ad I, hoc eſt, (applicando terminos rationis ad P,) ut 1 ad $\frac{I}{P}$; hoc eſt, (applicando ad I denuo,) ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{P}$: Et ſimili argumento conſtabit ejuſmodi ſinus Radii mediocriter refrangibilis eſſe, ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{R}$; & ſinus minimè refrangibilis, ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{T}$. Liquet ergo, quòd, poſito $\frac{1}{I}$ communi ſinu Incidentiæ, erunt $\frac{1}{P}$, $\frac{1}{R}$, & $\frac{1}{T}$, ſingulorum generum, reſpectivè, ſinus.

XL.

Illuſtratur Refractio vitri.

Rem numeris illuſtro. Cùm $44\frac{1}{4}$ ad 69, & 68, ſit ratio ſinûs communis Incidentiæ ad ſinus maximè diſcrepantium Refractionum è vitro in aerem: ſinus Incidentiæ communis, ad ſinum Refractionis ex aere in vitrum erit, ut $\frac{1}{44\frac{1}{4}}$ ad $\frac{1}{69}$, & $\frac{1}{68}$, ſive $\frac{69 \times 68}{44\frac{1}{4}}$ ($= 106$ ferè) ad 68, & 69. Hoc eſt, pro Radiis maximè refrangibilibus ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ut 106 ad 68, & pro minimè refrangibilibus, ut 106 ad 69.

XLI.

E Refractionibus extremorum generum facile eſt de intermediis conjecturam facere.

Hiſce ſic determinatis, rationes ſinuum pro Radiis intermediis facilè determinantur ex cognitis Colorum diſtantiis, quas in imagine coloratâ obſervant. Sic, Radii, qui ad cæruleum paulò magis, quàm ad flavum vergunt, cùm in mediam imaginem cadant, inter-

Digitized by Google

intermediam rationem ſinuum $44\frac{1}{4}$ ad $68\frac{1}{2}$, vel 106 ad $68\frac{1}{2}$, circiter, habebunt, & ſic de aliis. De menſurâ Refractionum.

XLII.

THEOREMATE *oſtenditur*, *quomodo è Refractionibus Radiorum heterogeneorum ad vitrum*, *vel quodvis medium*, *inter ſe determinatis*, *poſſunt etiam ad alia quælibet media aeri contigua Refractiones*, *ſine novis experimentorum moleſtiis*, *inter ſe determinari.*

Ad eundem modum, quo Refractiones ad vitrum determinatæ ſunt, id ipſum poſſet fieri ad alia media; ſed è re erit, ut regulam jam oſtendam, quâ Refractionum iſtarum menſuræ ex ſinubus earum, ſic ad vitrum determinatis, poſſunt determinari ad quodlibet aliud medium propoſitum; idque licèt iſtud ſit alii medio, quàm aeri contiguum. In *Fig.* 23. Sit AB ſuperficies terminans aerem ex parte F, & vitrum ex parte G; ad cujus aliquod punctum X ducatur linea FXG ei perpendiculariter inſiſtens; & præterea concipiatur rectam IX ad angulum IXA infinitè parvum duci, ſecundùm quam omnes omnium formarum Radii ſupponantur incidere, & in X refringi, puta, maximè refrangibiles verſùs P, mediocriter refrangibiles verſùs R, & minimè refrangibiles verſùs T, aliòſque intermedios verſùs intermedias plagas. Porrò, ducatur linea quævis GH parallela ad lineam Incidentiæ IX, hoc eſt, perpendicularis ad FG; ea verò ſecet Radios in punctis P, R, & T, à quibus demittantur PC, RD, ac TE perpendiculares ad refringentem ſuperficiem AB. His ad vitrum ſic determinatis ac deſcriptis, ſi aliud quodvis medium in locum vitri jam concipiatur ſubſtitui, ceteris ſtantibus, & Radii alicujus mediocriter refrangibilis, ſecundùm lineam IX incidentis ad X, refractus X*r* ducatur ſecans rectam DR in *r*. Quod fieri ſuppono, ſiquidem modum, quo mediocriter refrangibilium Refractiones ad media quælibet inveſtigari poſſunt, antehac expoſui. TAB. V.

 Dein

Pars I. Sectio II. Dein per punctum *r* ducatur recta *pt* ſecans lineas CP, & ET, in *p*, & *t* perpendiculariter, junganturque *p*X, & *t*X. Dico, quòd Radii maximè refrangibiles, ſecundùm dictam lineam IX incidentes, refringentur in lineam X*p*, & minimè refrangibiles in lineam X*t*, radiique cujuſvis ſpeciei, quos vitrum refringebat, ad quodlibet punctum PT, illi ad correſpondens punctum rectæ *pt* per alterum dictum medium refringentur, quod pro vitro ſupponitur ſubſtitui; iſtis punctis linearum PT, & *pt* habitis pro correſpondentibus, per quæ recta quævis parallela ipſi DR tranſit. Patet itaque modus, quo Refractiones quorumvis Radiorum, ex aere in quodlibet medium propoſitum obliquitate maximâ incidentium, determinari poterunt, cognitâ unici tantùm Radiorum generis in iſtud medium Refractione; & proportionibus ſinuum ex obliquiſſimâ iſtâ Refractione determinatis, eorundem Radiorum Refractiones dabuntur ad quamlibet aliam datam Incidentiam.

XLIII.

De Theorematis illius certitudine.

Hujus quidem Theorematis certitudinem ab experimentis nondum habeo depromptam; ſed, cùm à veritate vix multùm diſcrepare videatur, nihil veritus ſum in preſentiâ gratis aſſumere. Poſthac fortè, vel experientiâ confirmabo, vel, ſi falſum invenero, corrigam.

XLIV.

De proportione quarumdam linearum, quæ computo per hoc Theorema inſtituendo inſerviat.

Calculum quod attinet, is facilè poteſt inſtitui ex hâc proportionalitate, quòd ſinus Incidentiæ Radii IX, (hoc eſt, ſinus 90 grad.,) ſit ad ſinum Refractionis, (puta, quæ facta ſit in lineam XR,) ſicut XR ad RG. Sic ad vitrum, erit XR. RG:: 106. $68\frac{1}{2}$, & XP. PG:: 106. 68, & XT. TG:: 106. 69; & inde

Fig. 20.

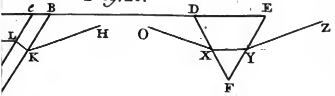


Fig. 21.

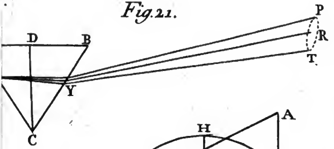


Fig. 22.

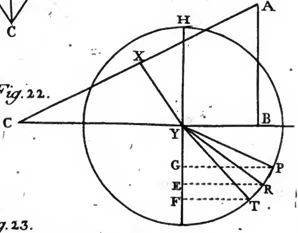
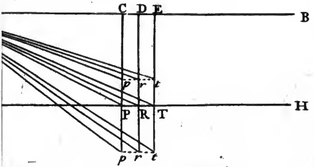


Fig. 23.



Digitized by Google

Digitized by Google

inde deducetur, quòd G P. G R. G T : : 39. $39\frac{1}{2}$. 40. Quæ proportiones ſemel inventæ poſſunt in eum finem aſſervari, ut earum ope Refractiones ad alia media, quàm vitra, determinentur. Nam, quolibet medio propoſito, ſumatur X E = 40, D E = $\frac{1}{2}$, & C D = $\frac{1}{2}$, atque perpendicula CP, DR, ET erigantur. Tunc, ex datâ ſinuum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium proportione, hoc eſt, ex datâ proportione ipſius X*r* ad XD, dabitur punctum *r* & longitudo D*r*, cui æquales ſunt C*p* & E*t*: punctiſque *p* ac *t* ſic datis, dantur rationes ipſarum X*p* & XC, hoc eſt, ſinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis maximè refrangibilibus; ut & rationes ipſarum X*t* & XE, hoc eſt, ſinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis minimè refrangibilibus. Sic, pro ſuperficie aquam & aerem diſterminante, ſinus iſti ſunt ut 68 ad 90, pro minimè refrangibilibus; & ut 68 ad 91, pro maximè refrangibilibus, proximè. De menſurâ Refractionum.

XLV.

THEOREMA *aliud, ad idem peragendum.*

Proportionibus linearum XC, XD, & XE ſic inventis, menſura Refractionum, ex aere in medium quodvis propoſitum & ad quamlibet Incidentiam factarum, per aliud inſuper Theorema non inelegans determinari poteſt. In lineâ FX, (*fig.* 24.) ad refringens planum AB perpendiculari, ſumatur punctum aliquod F, quod lucidum fingatur; ac ducatur quælibet F*d* ſecans AB in *d*, eaque concipiatur eſſe mediocriter refrangibilis Radius, cujus refractus ex aere in medium propoſitum eſto *d* M, qui retroductus ſecet FX in *f*. Porrò fiat F*d*. F*e* : : XD. XE, (: : $39\frac{1}{2}$. 40;) & F*d*. F*c* : : XD. XC, (: : $39\frac{1}{2}$. 39;) centròque F, & intervallis F*e* & F*c* deſcribantur circuli ſecantes AB in *e* & *c*; jungantùrque F*e*, F*c*, *fe*, *fc*, & producantur *fe* & *fc* indefinitè verſùs N & L. Dico jam, ſi Radius minimè TAB. VI.

refran-

Pars I. *Sectio* II. refrangibilis incidat ſecundùm lineam F*e*, quòd iſte refringetur in lineam *e*N; & ſi maximè refrangibilis incidat ſecundùm F*c*, quòd iſte refringetur ſecundùm *c*L; & ſic Radii quorumlibet intermediorum generum manantes à puncto F, & in puncta ſibi correſpondentia, inter *c* & *e*, incidentes, ita refringentur à medio propoſito, quaſi manaſſent omnes à puncto *f*; iſtis punctis inter C & E, atque *c* & *e*, habitis pro correſpondentibus, quorum diſtantiæ ab X & F reſpectivè, ſunt in eâdem ratione cum DX & *d*F. Cujus Theorematis demonſtrationi præſternantur duo Lemmata ſequentia.

XLVI.

Ad ejus Theorematis demonſtrationem.

LEMMA I.

TAB. VI. Duobus punctis *c*, *d*, in lineâ quâpiam AB, (*fig.* 24.) ſumptis; & aliis duobus *f*, & F, in ejus perpendiculo FX; junctiſque *fd*, F*d*, *fc*, & F*c*, differentia quadratorum à duobus *fd*, & F*d*, concurrentibus ad *d*, æquabitur differentiæ quadratorum ab aliis duobus *fc*, & F*c*, concurrentibus ad *c*. Nam, cùm $fd\text{q} = f\text{X}\text{q} + \text{X}d\text{q}$; & $\text{F}d\text{q} = \text{FX}\text{q} + \text{X}d\text{q}$; erit differentia $fd\text{q} - \text{F}d\text{q} = f\text{X}\text{q} - \text{FX}\text{q}$; &, ob eandem rationem, erit differentia $fc\text{q} - \text{F}c\text{q} = f\text{X}\text{q} - \text{FX}\text{q}$. Quare dictæ differentiæ, ſic æquales eidem tertio, ſunt æquales inter ſe. Q. E. D.

XLVII.

LEMMA II.

TAB. VI. Si Radius aliquis FG, (*fig.* 25.) incidat in ſuperficiem AB, & refringatur verſùs H; lineâ GH retroductâ, ut ſecet perpendiculum FX in *f*, dico, quòd *f*G ad FG eſt ut ſinus Incidentiæ

dentiæ ad ſinum Refractionis. Et è contra, ſi *f*G ad FG ſit ut ſin. Incidentiæ ad ſinum Refractionis, erit *f*GH refractus ipſius FG. Etenim ſumatur *f*K=FG, & demittatur KL perpendicularis ad FX; quo facto, cùm angulus GFX æquetur angulo Incidentiæ, & angulus G*f*X angulo Refractionis, erit GX ſinus Incidentiæ, & KL ſinus Refractionis, (habito reſpectu ad circulum, cujus ſemidiameter ſit FG, vel *f*K,) ſed *f*G. *f*K : : GX. KL; hoc eſt, *f*G. FG : : GX. KL. Q. E. D. De menſurâ Refractionum.

XLVIII.

DEMONSTRATIO.

His præmiſſis, Theorema propoſitum ſic demonſtratur. In *fig.* 24. ducatur IX obliquiſſima linea, ſecundùm quam Radii omnium formarum ex aere ad X incidere ponantur, & in medium propoſitum refringi; mediocriter refrangibiles verſùs *r*; maximè refrangibiles verſùs *p*; & minimè refrangibiles verſùs *t*; eoſque lineæ ad puncta D, C, & E normaliter erectæ ſecent in punctis *r*, *p*, ac *t*, ut explicabatur ad *Fig.* 23. Jam, cùm iſtorum Radiorum ſinus Incidentiæ & Refractionis ſtatuantur eſſe, ut X*r* ad XD; X*p* ad XC; & X*t* ad XE, reſpectivè; ſi præterea demonſtratum fuerit, quòd *fd* ad F*d*; *fc* ad F*c*; & *fe* ad F*e*, reſpectivè, ſint in eâdem ratione, (hoc eſt, quòd *fd*. F*d* : : X*r*. XD : : ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium; & *fc*. F*c* : : X*p*. XC : : ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis Radiorum, maximè refrangibilium,) conſtabit propoſitum ex Lemmate ſecundo. Et, mediocriter refrangibiles quod attinet, cùm *fd* ſupponatur refractus ipſius F*d*, erit (per Lemma ſecundum) *fd* ad F*d*, ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, hoc eſt, ut X*r* ad XD. Sed eadem proportionalitas in ceteris Radiorum generibus jam demonſtranda proponitur, puta, quòd ſit *fc*. F*c* : : X*p*. XC. Scilicet eſt F*c*. F*d* : : XC. XD; ut & F*d*. *fd* : : XD. X*r*, per hypotheſin. Quare, permutando & connectendo rationes æquales, eſt F*c*. XC : : F*d*. XD : : TAB. VI.

Part. I. Sectio. II. fd. Xr; & quadrando Fcq. XCq : : Fdq. XDq : : fdq. Xrq; diminuendòque per terminos æqualis rationis, Fcq. XCq : : fdq — Fdq, (ſive, per Lemma 1., fcq — Fcq,) Xrq — XDq, (ſive Cpq); &, augendo per terminos æqualis rationis, Fcq. XCq : : fcq.-Cpq + XCq (Xpq); denique, terminorum radices extrahendo, permutandòque, eſt fc. Fc : : Xp. XC. Quare fc, ſive cL, eſt refractus ipſius Fc, per Lemma ſecundum. Q. E. D.

Et eodem argumento patebit, quòd eN ſit refractus Radii Fe. Dèque aliis Radiis, pro variis Refrangibilitatis gradibus intermedia ſpatia variè occupantibus, idem intelligendum eſt.

XLIX.

Heterogeneorum Refractiones, à ſuperficiebus aeri neutrâ ex parte contiguis, THEOREMATE *etiam determinantur.*

De Refractionibus ſuperficierum aeri contiguarum menſurandis hæc ſatis; quòd ſi deſideretur id ipſum ad alias ſuperficies TAB. VI. aeri ex parte neutrá contiguas fieri, ſunto (in *Fig.* 26,) ABbH, & *abnm*, duo quælibet media ſecundùm planam ſuperficiem Hb contigua, & aere circumdata; ſitque AB planum ipſi Hb parallelum; & in eo ſumatur punctum X; ad quod ducatur XV perpendicularis, & IX obliquiſſima linea, ſecundùm quam, (ut jam antè,) Radii omnium formarum incidant, & . pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad P, R, & T, aliaque intermedia loca. Horum Radiorum, in propoſitam ſuperficiem ab ſic incidentium, Refractiones jam quærantur; &, cùm Refractiones mediocriter refrangibilium ad quaſlibet ſuperficies fuerint antehac expoſitæ, Radii XR ſit refractus RM, & is retroducatur, donec ſecet perpendiculum XV in f; & inſuper ducantur fP, fT, & producantur ad L & N. Dico, quòd PL erit refractus ipſius XP, ac TN ipſius XT, atque omnes aliarum formarum Radii incidentes inter P ac T ita refringentur, ut poſtea divergant à puncto f. Concipiatur enim, quòd medium *abnm* longiùs, verſùs

ſus *am*, producitur quàm medium AB*b*H, ita ut ejus plani *a*H*b* pars inter H & *a* ſit aeri contigua; & ad aliquod in eo punctum F ducatur perpendicularis F*g*, nec non obliquiſſima linea *i*F, ſecundùm quam Radii omnium formarum incidant, &, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad *p*, *r*, *t*, locaque intermedia, perinde ut effectum erat ad alterius medii ſuperficiem AB. Præterea, ſumatur FD=GR, & ducatur D*r* ipſi F*g* parallela, ut ſecet Radium F*r* in *r*, unde *rg* demittatur ad F*g* normalis, alioſque Radios F*p* & F*t* ſecans in *p*, ac *t*. Jam, cùm ſit *gr*=GR, erit etiam *gp*=GP, & *gt*=GT, ex oſtenſis ad *Fig.* 23; & inſuper, ex oſtenſis ad *Fig.* 18, cùm Radiorum ſecundùm IX & *i*F lineas parallelas incidentium eadem ſit Refractio in medium *abnm*; ſive immediatè ingrediantur ex aere, ſicut fit ad F; ſive priùs permeent aliud medium ut AB*b*H parallelis planis terminatum: ſequitur, quòd Radii, alterutro modo refracti in dictum medium *abnm*, ſunt paralleli Radiis homogeneis altero modo in idem medium refractis, hoc eſt, quòd F*p* ad PL; F*r* ad RM, & F*t* ad TN ſunt paralleli. Quapropter, ſi refracti Radii PL, RM, ac TN retroducantur, donec ſinguli occurrunt perpendiculo GX, cum eo & baſibus GP, GR ac GT conſtituent triangula ſimilia triangulis *gp*F, *gr*F, & *gt*F, imò & ipſis æqualia, ſiquidem eorum baſes *gp* & GP; *gr* & GR; *gt* & GT ſibimet reſpectivè ſint æquales. Quare, cùm horum triangulorum vertices conveniant ad idem punctum F, illorum etiam vertices ad idem aliquod punctum *f* convenient; hoc eſt, Radii PL, RM, ac TN, ipſorum XP, XR, & XT refracti, divergent omnes ab eodem puncto *f*. Q. E. D.

De menſurâ Refractionum.

L.

THEOREMA *illud notis quibuſdam promovetur.*

Oſtenſo hoc, ſequentia obveniunt notanda. 1. Quòd proportiones ſinuum Incidentiæ & Refractionis, ad ſuperficiem H*b* factæ, ex his facilè determinantur. Nam, pro Radiis maximè re-

Digitized by Google

Part I. Sectio II. frangibilibus ſinus iſti ſunt ut fP ad Px, & pro minimè refrangibilibus ut fT ad XT; &c.

2. Hinc, ſi proportiones ſinuum Refractionis ex aere in duo quælibet media propoſita, paribus Incidentiis, dentur; proportiones ſinuum Refractionis ex altero mediorum in alterum facilè dabuntur; dividendo nempe ſinus poſterioris medii per correſpondentes ſinus anterioris. Sic, cùm Refractio ſit ex aere in vitrum, dicti ſinus ſunt ut 68, $68\frac{1}{2}$, 69; &, cùm ſit ex aere in aquam, ſunt ut 90, $90\frac{1}{2}$, 91. Ergo, cùm ſit ex aquâ in vitrum erunt, ut $\frac{68}{90}$, $\frac{68\frac{1}{2}}{90\frac{1}{2}}$, $\frac{69}{91}$, hoc eſt, ut 281, $281\frac{1}{2}$, 282, ferè.

3. Si tertium aliquod medium aere denſius poſtponatur medio *abnm*, contingens illud in ſuperficie *mn*, quæ concipiatur plana ipſiſque AB & *ab* parallela; & ſi Radii divergentes à puncto *f*, (ſicut modò oſtenſum erat,) in illud incidant ad puncta L, M, & N; poſtquàm in iiſdem refringuntur, divergent rurſus ab alio quodam puncto *x*, quod ſitum eſt in perpendiculo XG. Et ſic præterea in infinitum, quotcunque licèt media parallelis planis ab invicem diſcreta, ſeſe ordine ſequantur. Quòd, ſi aer immediatè ſuccedat medio *abnm*, punctum iſtud *x*, à quo emergentes Radii tendunt, ſitum erit ad V in ipſâ refringente ſuperficie, propterea quòd emergent paralleli ad ſummè obliquam lineam IX, ſecundùm quam primùm incidebant ex aere; ſi modò emergere dicantur, qui nunquam divaricabant à refringenti ſuperficie.

4. Si Radii ab aliquo puncto F, in aere ſito, divergentes, tendant ad puncta *c*, *d*, *e*, eo more, quem ad *ſchema* 24 explicui; & per varia deinde plana refringentia ipſique AB parallela tranſeant, ſemper divergent omnes ab eodem aliquo puncto, quod ſitum eſt in perpendiculo planorum per punctum F tranſeunte, non ſecus, quàm ſi incidiſſent in planum AB, advenientes in obliquiſſimâ lineâ IX; & longitudines Radiorum, punctis refringentibus dictòque perpendiculo interceptorum, ſunt ut ſinus Incidentiæ & Refractionis ad ſingula plana, quæ reſpiciunt. Quarum aſſertionum demonſtrationes, cùm facilè eruantur è prædictis, prætermitto, ne nimius in hac re videar. PARS

De Planorum Refractionibus.

PARS PRIOR.

SECTIO TERTIA.

De Planorum Refractionibus.

POSITIS Refractionum legibus Radiorum per diverſa media trajectorum, affectiones aliæ jam tradendæ ſunt; & primò, Refractiones planorum, in gratiam doctrinæ de Coloribus poſt explicandæ, deſcribam; deinde ſphæricarum & aliarum ſuperficierum proprietates enarrabo, tum ut Colorum exinde ortorum phænomena detegantur, tum ut inſtrumentorum opticis uſibus inſervientium conſtructio rectiùs innoteſcat. Imprimis autem plani ſolitarii Refractiones, deinde planorum Refractiones iteratas conſiderabo.

De plani ſolitarii Refractionibus.

Quod ad Radios ejuſdem cujuſcunque generis attinet, paſſiones in Lectionibus Dris. BARROW (his fundamentis; quòd Radii Lucis in ſimilari medio directi ſunt; quòd eorum Refractio fit in ſuperficie ad medii refringentis ſuperficiem perpendiculari; & quòd ſinus Incidentiæ perpetuò ſunt proportionales ſinubus Refractionum in aliud medium ſimilare factarum) traduntur, & idcirco ſufficiet aliquas ſub formâ lemmaticarum Propoſitionum ſine demonſtrationibus hic recenſuiſſe.

PROP. I.

* *Radii cujuſvis refracti incidens, incidentis viciſſim fit refractus.*

PROP. II.

† *Angulo Incidentiæ æquali æqualis, & majori major convenit, tum angulus Refractionis, tum refractus, & contra.*

* BARROW Lect. Opt. L. III. Art. 3. † Ibid. Lect. III. Art. 4. & 6.

PROP. III.

* *Incidentium Radiorum refractos exbibere.*

Inſtantiam in Radiis ad medium denſius è rariori divergentibus accipe.

TAB. VI. In *Fig.* 27. Sit F punctum Radios FR, F*r*, alioſque innumeros verſùs refringentem ſuperficiem AR ejaculans; ſitque FA Radius perpendicularis, quem produc ad K, ut ſit AF ad AK, ſicut ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ; & ad K erige perpendiculum KL. Quo facto, Radios quoſlibet incidentes FR, F*r*, retrorſum produc, donec præfatæ KL occurrant in L & *l*; & in angulo FAR, inſcribe RD=RL, & *rd*=*rl*. Quibus verſùs M & *m* productis, habebis refractos Radios RM, & *rm*; & eâdem ratione refractos quamplurimos confeſtim duces.

PROP. IV.

Radium datæ rectæ parallelum deſignare, cujus refractus per datum punctum tranſibit.

TAB. VI. In *Fig.* 28 ſit AB ſuperficies refringens, M punctum datum, & GH recta, cui Radius incidens debet eſſe parallelus. Et imprimis Radii ſecundùm GH incidentis duc refractum HI, per Prop. III.; eique parallelum age MR; & FR, datæ GH parallelè ductus, erit Radius incidens.

PROP. V.

Radium è dato puncto progredientem deſignare, cujus refractus evadet rectæ poſitione datæ parallelus.

Abſolvitur ad modum quartæ Propoſitionis, denominatione Radiorum (ſecundùm Prop. I.) permutatâ.

PROP.

* BARROW *Lect. Opt.* L. IV. Art. 5.

PROP. VI.

De Planorum Refractionibus.

Radium è dato puncto F *procedentem deſignare, cujus refractus per aliud punctum datum* M *tranſibit.*

Per F & M, (*Fig.* 29.) ducantur refringenti perpendiculares, &, Radio in medium denſius incidente,) fiat AE ad AF, ut ſinus Incidentiæ ad radicem differentiæ quadratorum à ſinubus Incidentiæ & Refractionis. Item, T ad MI, ut ſinus Refractionis ad eandem radicem. Anguloque AIM, per E tranſiens, ipſamque T adæquans, inſcribatur recta RH; & connectantur FR, RM; nam ipſæ FR, RM, erunt Radii quæſiti. TAB. VII.

Cùm Radius incidit in medium rarius, appellatione (ſecundùm Prop. 1.) commutatâ, abſolvitur ut antè.

Ceterùm, quo pacto data recta angulo recto interferenda ſit, quæ per punctum datum tranſibit, in *Lect.* V. Dris. † BARROW, per hyperbolæ & circuli interſectionem, oſtenditur.

PROP. VII.

†† *Radiorum ad planam ſuperficiem divergentium, parallelorum, vel convergentium, refracti, itidem divergent, paralleli erunt, vel convergent, & è contra.*

PROP. VIII.

Punctum, à quo refracti illi Radii divergunt, vel ad quod convergunt, invenire.

CASUS I.

Cùm Radiorum definita ſit inclinatio, duc refractos per Prop. III. IV. V., vel VI., & interſectionem habebis.

CASUS

† Art. 7. Sed idem D. BARROW hoc fecit generaliùs & concinniùs in *Lect. Geom.* L. VI. Art. 2. †† Ibid. L. IV. Art. 2. &c.

Pars I.
Sectio III.

CASUS II.

At, cùm inclinatio exiſtit quâvis datâ indefinitè minor, eòdem recidit Problema, ac ſi punctum in Radio obliquo refracto quæres, quod Radiorum alterutrinque jacentium interſectiones diſterminat & intercedit, quodque pro Radiationis centro, ſeu loco imaginis reſpectu oculi, per cujus pupillæ centrum Radius ille tranſigitur, haberi debet; ejus autem inventio ejuſmodi eſt. In TAB. VII. *Fig.* 30 ſit DRM refractus cujuſvis incidentis FRN, ſitque F centrum Radiationis incidentium, (ſive divergentium, ſive convergentium) Radiorum; & FA, refringenti normaliter inſiſtens, ſecet RM in D. Jam, ab A demitte ad hos Radios perpendicula AG & AH; fac eſſe RF. R*f*::FG. DH; & ipſius RM, aliorumque refractorum proximè RM utrinque jacentium centrum radiationis erit *f*. *

SCHOLIUM.

Ceterùm punctum hoc *f* Radiorum in plano FAR jacentium concurſus ſolummodo exiſtit; nam, aliorum extra planum FAR jacentium refracti, nec in puncto *f*, nec ullibi omnino Radium R*f* ſecabunt; ſi eos ſolummodo excipias, quorum incidentes jacent in ſuperficie conicâ, cujus axis eſt AF, vertex F, & ſemiangulus AFR; utpote, qui omnes præfatum R*f* in puncto D ſecabunt, quod in axe FA ſit poſitum. Et hujus itaque R*f* centra Radiationis præcipuè ſunt duo, alterum *f*, à refractis jacentium in plano FAR effectum; & alterum F à refractis jacentium in conicis ſuperficiebus axe FA, anguliſque AFR, ADR deſcriptis. Ad reliquos autem Radios quod attinet, aliter circa FR quaquaverſum poſitos; eorum refracti maximè appropinquant Radio R*f*, alicubi inter D & *f*; adeò ut reſpectu Oculi, per cujus pupillæ centrum Radius RM tranſit, locus imaginis per totum ſpatium *f*D diffundi debeat: Vel potiùs, cùm ſpatium *f*D ſit unici tantùm puncti F imago, debemus unicum aliquod in eo punctum, quod

* Vid. BARROW *Lect. Opt.* L. V. Art. 15. &c.

Digitized by Google

quod omnis Lucis ab eo verſùs Oculum pergentis meditullium occupet, inter puncta D & f in mediâ, circiter, diſtantiâ interjacens, pro ſenſibili imagine ſtatuere. Puncti verò illius accurata determinatio, cùm omnium Radiorum ab F verſùs Oculi pupillam refractorum habenda ſit æſtimatio, Problema ſolutu difficillimum præbebit, niſi hypotheſi alicui, ſaltem veriſimili ſi non accuratè veræ, innitatur aſſertio. Quemadmodum, cùm Radii æquè multi à termino D aliiſque vicinis punctis, ac à termino f aliiſque punctis ſimiliter ſibi vicinis, verſùs Oculum videantur profluere; locus imaginis ita debet in medio iſtorum terminorum ſtatui, ut angulus, quem Radii duo à D & f ad idem quodpiam pupillæ punctum convergentes includant, à Radio ab illo viſionis loco ad idem pupillæ punctum pergente, quàm proximè ſemper biſecetur. Quâ hypotheſi admiſſâ, nihil aliud agendum eſt, quàm ut fiat $Mf + MD.\ MD :: fD.\ DZ$; & erit Z locus viſionis puncti F quæſitus; poſito nempe quòd M ſit locus Oculi. Nam, cùm ponatur $Mf + MD.\ MD :: fD.\ DZ$, erit diviſim $Mf.\ MD :: fZ.\ DZ$; & proinde, (ductis tribus lineis à f, D, & Z, ad M, vel potiùs ad punctum quodpiam huic M indefinitè vicinum,) angulus, quem externæ duæ continent, ab interjacente lineâ (per 3. 6. Elem.) quàm proximè ſemper biſecabitur. De Planorum Refractionibus.

His paucis circa Radios homogeneos in gratiam ſequentium obiter notatis, ut eorum penitior cognitio habeatur, Lectiones, quas Vir Reverendus Dr. BARROW de iiſdem fuſiùs compoſuit, conſulendas eſſe hortor; déque heterogeneis, ſive diſſimiliter refrangibilibus Radiis pergo actutum diſſerere.

PROP. IX.

E Radiis diverſi generis, à puncto lucido fluentibus, ſoli poſſunt ad focum, vel aliud commune punctum refringi, qui jacent in plano per utrumque punctum tranſeunte, & ad planum refringens perpendiculari.

Pars I. Sectio III. Utpote, cùm Radii cujuſque Refractio ſemper fiat in plano ad medii refringentis ſuperficiem perpendiculari, & ejuſmodi duo plana per utrumque punctum tranſire nequeant.

PROP. X.

E Radiis diverſorum generum à dato puncto fluentibus, quorum refracti ad aliud punctum datum convergunt, illi magis à lineâ rectâ, punctis concurſuum ſive Radiationum centris interjacente, divaricant, qui ſunt magis refrangibiles.

TAB VII. Sint F P *f*, F Q *f* (*Fig.* 31.) Radii diſſimiles hinc & inde convenientes in F & *f*; & manifeſtum eſt, quòd non penitus coincident, quia ſic par eſſet Refractio, contra hypotheſin. Neque Radius magis refrangibilis poteſt eſſe rectæ F *f* propior. Sic enim, propter obliquitatem ex parte medii denſioris majorem, major eſſet ejus Refractio per Prop. II. *, & hypotheſin; hoc eſt, angulus F *p f* eſſet minor angulo F Q *f*, contra 21. 1. Elem. Reſtat itaque, ut ſit magis refrangibilis F P *f*, qui à rectâ F *f* magis divaricat.

LEMMA I.

TAB. VII. *Quatuor lineis* GB, GC, GD, GE (Fig. 32.) *à dato puncto* G *ad datam lineam* EB *ita ductis, ut ſit* GB. GC :: GD. GE; *Angulus* BGC, *quem minima* GB *cum alterutrâ intermediarum* GC *conſtituit, major eſt quàm angulus* DGE *ab alterâ intermediâ* GD *& maximâ* GE *conſtitutus.*

Nam, centro G, radio GE, deſcribatur circulus EK, & radius GK ducatur, conſtituens angulum DGK æqualem angulo BGC, & puncta K, D jungantur; eruntque triangula GDK, GCB ſimilia, propter æquales angulos ad G, & latera circa illos proportionalia: (6. 6. Elem. & Hypoth.) Nempe GB. GC :: GD. (GE) GK. Quare angulus KDG = ang. CBG. Sed ang. EDG (16. 1. Elem.) major eſt ang. CBG, ergo linea KD major

* Pag. 125. hujus.

jor eſt ED (7. 3. Elem.) & ang. KGD ſuperat ang. DGE (25. 1. Elem.) hoc eſt, ang. CGB major eſt ang. EGD. Q. E. D. De Planorum Refractionibus.

LEMMA II.

Poſitis iſtis angulis infinitè parvis, ac GA *perpendiculari ad lineam* EB *demiſſâ, erit ang.* EGD ad *ang.* CGB : : BA. DA.

A punctis enim B, & D, ad lineas GC, GE, demittantur normalia BR ac D*r*; & erunt anguli præfati ad ſe invicem ut eſt $\frac{Dr}{DG}$ ad $\frac{BR}{BG}$; ponendo nempe lineas iſtas BR ac D*r* æquipollentes eſſe arcubus infinitè parvis, quibus anguli iſti ſubtenduntur. Eſt autem BG. CG : : DG. EG, ex hypotheſi; & diviſim BG. CR : : DG. E*r*. Item, propter ſimilia triangula BAG, CRB; eſt BA. AG : : CR. BR; & pari ratione, EA, vel DA. AG : : E*r*. D*r*, ſive AG. DA : : D*r*. E*r*. Quamobrem, addendo rationes æquales, eſt BA. AG + AG. DA (: : BA. DA) : : CR. RB + D*r*. E*r*, (& permutatis terminis poſteriorum rationum,) : : CR. E*r* + D*r*. BR, (& æquipollente ratione pro CR. E*r* ſubſtitutâ) : : BG. DG + D*r*. BR (terminiſque ad invicem applicatis) : : $\frac{Dr}{DG}$. $\frac{BR}{BG}$. Eſt itaque BA. DA : : $\frac{Dr}{DG}$. $\frac{BR}{BG}$; hoc eſt, ut ang. EGD ad ang. CGB. Q. E. D.

PROP. XI.

Heterogeneis Radiis ſecundùm eandem lineam incidentibus, quò obliquior eſt eorum Incidentia, ceteris paribus, eò major erit differentia Refractionis.

In *Fig.* 33. ſit FG linea, ſecundùm quam duo Radii incidunt, quorum unus maximè refrangibilis pergat verſùs P, & minimè refrangibilis verſùs T; eritque angulus PGT differentia Refractionis. Item, eſto FH linea obliquior quàm FG, & ſecundùm hanc alii duo ejuſmodi Radii incidant, quorum maximè re- TAB. VII.

Digitized by Google

Pars I. Sectio III. frangibilis verſùs *p*, & minimè refrangibilis verſùs *t* refringitur; & ſimiliter erit angulus *p* H *t* eorum differentia Refractionis. Dico jam, quòd ſit angulus *p* H *t* major quàm PGT. Demittatur enim FA ad refringens planum linea normalis, quæ refractos Radios retroactos ſecet in D, & E; L, & M; & ad hanc à puncto G ducantur duæ lineæ GB, GC, ipſis HL, HM, parallelæ. Jam, cùm tres lineæ GF, GD, GE (ex naturâ Refractionis ante deſcriptâ §. XXV, XXVI & ſeq. *) ſint in ratione datâ, & alteræ tres HF, HL, HM in eâdem ratione, proportionales erunt HL. HM :: GD. GE; ſed eſt HL. HM :: GB. GC, propter triangula ſimilia LMH & BCG. Quare, GB. GC :: GD. GE, adeòque angulus BGC eſt major ang. DGE, per Lemma 1, hoc eſt, ang. LHM ſuperat ang. DGE, ſive ang. *p* H *t* eſt major ang. PGT. Q. E. D.

TAB. VII. Ceterùm, ut de mutuis angulorum PGT & *p* H *t* (in *Fig.* 33.) proportionibus habeatur plenior determinatio, dico præterea, quòd ſunt inter ſe, quàm proximè, ut lineæ AB & AD; ſegmenta nempe baſium triangulorum æquealtorum, quorum alterum EGD conſtituitur à Radiis GP, ac GT, cum perpendiculo AF concurrentibus, & alterum CGB ſit ſimile triangulo MHL à Radiis H *p* & H *t* ſimiliter conſtituto. Nam, anguli EGD & CGB, ſi eſſent infinitè parvi, forent inter ſe ut AB ad AD, per Lem. II. At iſti, ex hypotheſi, ſunt æquales angulis PGT, & *p* H *t*. Quare etiam illi PGT & *p* H *t*, modò eſſent infinitè parvi, forent itidem ut AB ad AD; & pari ratione conſtat, quòd ſunt, quàm proximè, ut AC ad AE. Scilicet eorum ratio has duas rationes ſemper intercedit, & ideò veritatem adhuc propiùs aſſequemur adhibendo rationem intermediam. Nempe, quòd eſt PGT ad *p* H *t* ut AB+AC ad AD+AE, vel ut $\sqrt{AB \times AC}$ ad $\sqrt{AD \times AE}$, proximè.

PROP. XII.

Radios diverſorum generum à dato puncto profluos deſignare, quorum refracti per aliud punctum datum tranſibunt.

* Pag. 98, & ſeq. hujus.

Cùm

Cùm punctorum alterutrum infinitè diſtat, ut Radii ex eâ parte exiſtant paralleli; res per Prop. IV., & V. * abſolvitur, & per Prop. VI. † cùm utrumque infinitè diſtat. De Planorum Refractionibus.

SCHOLIUM.

E re erit, ut oſtendam, quomodo ex datâ alicujus Radii poſitione, ceteri omnes expeditiùs determinentur.

CASUS I.

Sint in *Fig.* 34. FT, FR, FP, Radii ab F prodeuntes, quorum refracti TO, RM, PK paralleli ſunt futuri. Et Radii FT eſto ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ſicut *I* ad *T*, quemadmodum & Radiorum FR, & FP ſinus iſti ſicut *I* ad *R* & *P*. Jam, ut, horum quovis FT poſitione dato, ceteri confeſtim deſignentur, demitte FA refringenti normalem, & in angulo FAT inſcribe TE, TD, hâc lege, ut ſit *T. R. P* : : TF. TE. TD; & ipſis TE, TD age parallelas FR, FP. Dico factum. Scilicet, refractis TO, RM cum perpendiculo DA occurrentibus in G, & H, erit *I. T* : : TG. TF; & præterea, cùm ſit *T. R* : : TF. TE (hyp.), erit ex æquo *I. R* : : TG. TE. Sed eſt *I. R* : : RH. RF, ergo TG. TE : : RH. RF; atque adeò, cùm TE, & RF parallelæ ſint (ex hyp.), erunt etiam TG & RH parallelæ. Q. E. O. Deque Radii PK paralleliſmo conſimile eſt ratiocinium. TAB. VIII.

CASUS II.

Si parallelis incidentibus refracti ad datum punctum convergant, propoſitum nihil ſecus exequaris, ut è Prop. I. †† patet.

CASUS III.

Denique ſi divergant incidentes, & refracti convergant, Problema ſolidum eſt, ſed ad planum quodammodo reducitur, fingendo

* Pag. 126. hujus. † Pag. 127. hujus. †† Pag. 125. hujus.

Pars I.
Sectio III. gendo differentiam Refrangibilitatis infinitè parvam eſſe; quæ cùm ſemper ſit admodum exigua, ſolutionem ex iſtâ hypotheſi haud gravatim exhibebo.

TAB. VIII. Pone FRX (*Fig.* 35) Radium eſſe poſitione datum, & Radios FPX, FTX, (quorum datæ ſunt ſinuum Incidentiæ & Refractionis rationes,) punctis F, & X interferendos eſſe. Jam, alios etiam Radios, æquè refrangibiles ac Radios FP, FT, finge ſecundùm lineam FR incidere, & refractos eorum RO, RK (ope Prop. tertiæ*) deſcribe, centràque Radiationum Y & Z (per Prop. VIII. †) quære; ac junge YX ac ZX refringenti occurrentes in P ac T. Dico factum. Nempe FPX, FTX eſſe Radios, quos oportuit deſignare. Nam, cùm, ex hypotheſi, differentia Refrangibilitatis, adeòque diſtantia punctorum T, R, & P, ſit indefinitè parva, conſtat homogeneos Radios RO, PX, ſibi mutuò viciniſſimos eſſe, & inde ab eodem Radiationis puncto Y divergere; rectè itaque determinavi Radium PX per Radii RO centrum Radiationis tranſiturum eſſe; deque Radio TX par eſt ratio.

Verùm enimverò, cùm anguli PXT determinatio eò ſpectet, ut noſcatur, quanta ſit objectorum mediante Refractione viſorum, propter inæquabiles abſimilium Radiorum Refractiones, confuſio, perque quantum ſpatium Colores inde emergentes extendantur, quemadmodum pateat, concipiendo F eſſe punctum lucidum, quod Oculo in X conſtituto per totum angulare ſpatium PXT, quod Radiis PX ac TX maximè minimèque omnium refrangibilibus comprehenditur, dilatum ac diffuſum appareat; de magnitudine ejus paucula adjiciam. Finge lineam curvam Y*f*Z deſcriptam eſſe, in quâ Radiationum centra Radiorum omnigenorum jacent, ſecundùm lineam FR incidentium, & ita refractorum in puncto R, ut per totum angulum KRO divaricent; & iſta curva non malè aſſimilabitur objecto lucido, cujus angulus viſibilis, ſive apparens magnitudo, ad Oculum in X ſitum, ſit YXZ, ac diſtantia ab eodem Oculo ad meditullium ejus æſtimata *f*X. Et hinc confectatur,

1. Quod, (cùm rei viſibilis apparens magnitudo penè ſit reciprocè

* Pag. 126. hujus. † Pag. 127. hujus.

ciprocè ut diſtantia ejus,) ſtante puncto F, & puncto X in lineâ RX ubicunque ſumpto, angulus PXT, ſive YXZ, penè erit reciprocè ut longitudo fX. Et hinc, intervallo RX diminuto, angulus PXT augetur, ejùſque quantitas in quâlibet puncti X diſtantiâ dabitur, ſi modò data fuerit unquam in quâpiam diſtantiâ. De Planorum Refractionibus.

2. Quinetiam angulo ORK cognito, cognoſcitur angulus quilibet PXT, ſumendo eum in ratione ad ORK, quam habet Rf ad Xf; quippe cùm YRZ, (cui ORK æquatur,) ſit objecti YfZ in diſtantiâ fR apparens magnitudo.

3. Cùm itaque angulus ORK, pro quâlibet obliquitate Radiorum juxta RF incidentium, ſupra in Schol. ad Prop. XI. * determinatus habeatur, & punctum f haud difficilè inveniatur; faciendo, juxta Prop. VIII †, ut ſit RF. $Rf :: \frac{AFq}{RF}. \frac{ADq}{RD}$, ſatis conſtat anguli PXT inventio.

4. At ex abundanti ſubnoto prædictam curvam YfZ, in quâ Radiorum omnis generis, in puncto R refractorum, Radiationum centra locantur, eſſe Ciſſoidem vulgarem, ſive *Diocleam*, circulo accommodatam, cujus diameter RE ſit ad AR ut RFq ad FAq. Nam, ſuper diametro RE deſcripto circulo iſto RCE, agatur quævis recta fBC normalis ad RE, circulòque in C, & curvâ in f terminata. Et, propter analoga latera ſimilium triangulorum RAD, RBf, erit ADq. $AR \times DR :: Bfq. BR \times fR$; &, applicando poſteriorem rationem ad BR, fiet ADq. $AR \times DR :: \frac{Bfq}{BR}. fR$; rurſuſque ducendo conſequentes rationum in Rf, & applicando ad AR, orietur, ADq. $DR \times Rf :: \frac{Bfq}{BR}. \frac{Rfq}{AR}$. Eſt autem $\frac{AFq}{FR}. \frac{ADq}{DR} ::$ RF. Rf, ut priùs; &, conſequentibus in DR, & antecedentibus in FR ductis, oritur AFq. ADq :: FRq. $DR \times Rf$; & viciſſim AFq. FRq :: ADq. $DR \times Rf$. Quamobrem, rationes eidem tertiæ congruentes connectendo, habebitur $\frac{Bfq}{BR}. \frac{Rfq}{AR} ::$ AFq. FRq; ducendoque anteceden-tes

* Pag. 131. hujus. † Pag. 127. hujus.

 tes rationum in BR, & conſequentes in AR, prodibit Bſq. Rſq : : AFq × BR. FRq × AR; & inſuper, applicando poſteriorem rationem ad AFq, fiet Bſq. Rſq : : BR. $\frac{FRq \times AR}{AFq}$. Sed, cùm poſuerim RE. AR : : ERq. AFq, erit $\frac{FRq \times AR}{AFq}$ = RE, & proinde Bſq. Rſq : : BR. RE, ac diviſim Bſq. Rſq — Bſq (BRq) : : BR. BE. Atqui, ex naturâ circuli, eſt BC media proportionalis inter BR & BE, adeoque eſt BR. BE : : BRq. BCq; & proinde Bſq. BRq : : BRq. BCq, ſive Bſ. BR : : BR. BC; quod indicat curvam eſſe Ciſſoidem, ſicut oſtendendum propoſui.

Refractionibus ad ſuperficiem, data duo media diſterminantem, tranſactis, ad explorandum quid, ex auctâ alterius medii raritate, vel denſitate, conſequitur, ſive, ad diverſorum mediorum effectus inter ſe conferendum, jam animum adjicio.

LEMMA III.

TAB. VIII. *Si à duobus punctis* D, G, (fig. 36) *in lineâ quapiàm* AD *ſitis, ad alia duo puncta* L, N *in ejus perpendiculo ſita, ducantur quatuor rectæ* DN, DL, GN, GL, *ratio ductarum ad punctum remotius* N *magis accedit ad æqualitatem, quam ratio ductarum ad vicinius punctum* L, *ſive eſt* GN. DN in majore ratione, quàm GL. DL.

Sit enim GN. DN : : GL. R; & erit GNq. DNq : : GLq. Rq : : GNq — GLq. DNq — Rq. Quare, cùm ſit DN major GN, ſive DNq major GNq, erit DNq — Rq major quàm GNq — GLq. Verùm eſt GNq — GLq = DNq — DLq, (§. XLVI. *;) & ideò DNq — Rq major quàm DNq — DLq, hoc eſt, DLq ſuperat Rq, ſive DL ſuperat R. Atque adeò, cùm ſupponatur GN. DN : : GL. R, erit GN. DN in ratione majore, quàm GL. DL. Q. E. D.

PROP.

* Pag. 120. hujus.

De Planorum Refractionibus.

PROP. XIII.

Poſito Radiorum diverſi generis communi ſinu Incidentiæ, quò magis diverſa eſt mediorum denſitas, eò major erit inæqualitas rationis ſinuum Refractionis.

In *Fig.* 37. ſit F*c* Radius è minimè refrangibilibus, utcunque in ſuperficiem A*c* incidentibus, ſitque refractus ejus *cl*, qui retroactus ſecet perpendiculum FA in *f*. Dein capiatur A*e*, ut ſit F*e* ad F*c* in datâ quâdam ratione, qualem antea deſcripſimus, (§. XLIV. (1), XLV. (2), & XLIX. (3):) hâc ſcilicet conditione, ut, habito F*e* pro Radio maximè refrangibili, refractus ejus ab eodem puncto *f* divergat. Facto hoc, ſi pro poſteriori medio aliud utcunque denſum, rarumve, ſubſtituatur, ejuſmodi duo Radii ſecundùm eaſdem rectas F*e*, F*c* incidentes, ſemper debent ita refringi, ut ab eodem aliquo perpendiculi iſtius puncto ſimiliter divergant, (§. XLV., & XLIX.:) quemadmodum à *g* verſùs l & n; poſito, quòd hoc medium poſterius ſit denſitatis ab anteriori magis diverſæ, quàm alterum poſterius medium, quod efficiebat divergentes à *f*. Oſtendendum eſt itaque, quòd major ſit inæqualitas rationis ſinuum Refractionis in poſteriori, quàm in priori caſu. Scilicet, Radii F*cl* ſinus Incidentiæ eſt ad ſinum Refractionis, ut *fc* ad F*c*, (§. XLVII. (4)) hoc eſt, ut 1 ad $\frac{Fc}{fc}$. Et ſic Radii F*en* ſinus iſti ſunt ut 1 ad $\frac{Fe}{fe}$, quare ſinus Refractionum eorundem Radiorum ſunt inter ſe ut $\frac{Fc}{fc}$ ad $\frac{Fe}{fe}$. Et ſimili diſcurſu conſtabit, quòd Radiorum *c*l, *e*n, refractorum conſimiles Refractionum ſinus ſunt ut $\frac{Fc}{gc}$ ad $\frac{Fe}{ge}$. Reſtat itaque probandum, quòd inter $\frac{Fc}{gc}$ & $\frac{Fe}{ge}$ major ſit diſproportio, quàm inter $\frac{Fc}{fc}$ & $\frac{Fe}{fe}$; hoc eſt, (cùm ſit $\frac{Fe}{fe}$ major quàm $\frac{Fc}{gc}$ per Lem. III,) probandum reſtat, quòd ſit $\frac{Fe}{ge}$. $\frac{Fc}{gc}$ major

TAB. IX.

(1) Pag. 118. hujus. (2) Pag. 119. hujus. (3) Pag. 122. hujus. (4) Pag. 120. hujus.

Digitized by Google

Part I. Sectio III. major quàm $\frac{Fe}{fe} \cdot \frac{Fc}{fc}$. Scilicet eſt, $ge \cdot fe$ minor quàm $gc \cdot fc$, per Lem. III; &, ſumendo reciproca rationum, erit $\frac{1}{ge} \cdot \frac{1}{fe}$ major quàm $\frac{1}{gc} \cdot \frac{1}{fc}$; ducendòque priorem rationem in Fe, & poſteriorem in Fc, orietur $\frac{Fe}{ge} \cdot \frac{Fe}{fe}$ major quàm $\frac{Fc}{gc} \cdot \frac{Fc}{fc}$, & viciſſim $\frac{Fe}{ge} \cdot \frac{Fc}{gc}$ major quàm $\frac{Fe}{fe} \cdot \frac{Fc}{fc}$. Q. E. D.

SCHOLIUM.

Demonſtratio perinde ſe habet in literis majuſculis, (quibus Refractiones deſignavi, cùm poſterius medium ſit anteriori rarius) ſi modò, vice majoritatis ubique ſubintelligatur minoritas, & majoritas vice minoritatis. Notabis inſuper, quòd in hâc Demonſtratione poſui, denſitatem poſterioris tantùm medii variatam eſſe; ſed eòdem recidit, ſi anteriora media ſucceſſivè varia adhiberi, poſteriori non mutato, ſive, (quod tantundem eſt,) ſi Refractiones è poſteriori medio in anterius viciſſim peragi concipias. Siquidem, Radiis in ſuperficiem alterutrinque incidentibus, conſimiles ſunt ſinuum rationes. Ceterùm, de exactâ horum ſinuum pro quibuſlibet propoſitis mediis ratione inveſtigandâ diſſerui antè, & Propoſitionem haud attigiſſem, ſi non exegiſſet Prop. XV. mox tradenda.

LEMMA IV.

TAB. IX. *Centro* A, *diſtantia quâvis* AD, in Fig. 38., *deſcribatur circulus* DGg; *deinde centro quolibet* C, *diſtantiâ* AC, *deſcribatur alius circulus ſecans rectam* AD *in* B, *&* *circulum priùs deſcriptum in* G. *Tum arcus* BG *biſecetur in* F, *&* FK *demittatur ad* BD *perpendicularis. His ita conſtitutis, dico, quòd* FK *ſic perpendiculariter demiſſa dictam* BD *biſecabit.*

Junctis

Junctis enim AF, AG, BF, FG, & FD. In triangulis AFG, & AFD, anguli ad A ſunt æquales, propter æquales arcus BF, FG, quibus ſubtenduntur; item latera, circa iſtos angulos, AD, & AG ſunt æqualia, quippe radii ejuſdem circuli; & aliud latus AF habent commune; quare etiam tertia latera FG & FD ſunt æqualia. Sed, eſt BF æqualis FG, propter æqualitatem arcuum, quos ſubtendunt; adeòque FB = FD, & triangulum FKB = triangulo FKD, & inde BK = KD. De Planorum Refractionibus.

COROLL. I.

Hinc recta KF, quæ biſecat BD inſiſtens ei normaliter, biſecabit etiam arcus BG circulorum omnium per data duo puncta A & B tranſeuntium, & alicubi in G ſecantium datum circulum DG centro A intervallo AD deſcriptum. Imò, & biſecabit arcus BG*g* in altero interſectionis puncto *f*.

COROLL. II.

Idem eveniet, cùm A & B coincidunt; hoc eſt, cùm circuli AFG tangunt rectam AD in puncto AB. Poteſt etiam B ſumi ad alteras partes ipſius A. In tranſcurſu etiam notetur, quòd anguli BFK, BGD, quos circulus ABF cum rectâ FK & arcu GD efficit, ſint æquales.

LEMMA V.

Lineis quatuor A*b*, AB, A*c*, AG (Fig. 39.) *circulo alicui ab eodem circumferentiæ puncto ita inſcriptis, ut ſit* A*b*. AB:: A*c*. AG, *quarum omnium* A*b ſit minima; Dico angulum* BAG *majorem eſſe angulo* *b*A*c*. TAB. IX.

Deſcribatur enim alius circulus AB*g*, ſecans priorem in punctis A & B, cujus diameter ſit ad ejus ABG diametrum ſicut AB ad A*b*, centris utriſque ad eaſdem partes ipſius AB jacentibus. Dein, centro A, diſtantiâ AG, deſcribe tertium circulum GH ſecundo occurrentem in *g*; & iſtud *g*, ex conſtructio-

 ne

 ne, jacebit alicubi inter G & H; atque adeò, ſi A*g* ducatur, erit angulus BAG major angulo BA*g*. Eſt autem angulus BA*g* = angulo *b*A*c*, propterea quòd AB & A*g* ſimiliter inſcriptæ ſunt circulo AB*g*, ac A*b* & A*c* ipſi A*bc*, habentes nempe eaſdem rationes & inter ſe, (A*b*. A*c* : : AB. AG, vel A*g*.,) & ad diametros circulorum, quibus inſcribuntur. Cùm ergo ſit BAG major quàm BA*g* = *b*A*c*, erit BAG major quàm *b*A*c*. Q. E. D.

COROLL. I.

Hinc in eodem quovis Radiorum genere, quò major eſt Refractio, eò major erit angulus refractus. In *Fig.* 27., ubi eſt FR. RD : : F*r*. *rd*, erit angulus F*rd* major ang. FRD. TAB. VI.

COROLL. II.

Hinc etiam, ſi ſit AG. AB in majore ratione, quàm A*c*. A*b*, multò magis erit angulus BAG major *b*A*c*. Hoc eſt in genere, quò majores ſunt ſubtenſæ, & ſimul, quò major eſt inæqualitas rationis earum, eò major erit differentia angulorum, quos ſubtendunt. Atque idem de ſinubus & eorum angulis, utpote ſubtenſarum & eorum angulorum dimidiis, intellige.

LEMMA VI.

TAB IX. Fig. 39. *Inſuper ſi arcus* *cd* *ipſi* *bc* *capiatur æqualis, &* AD *inſcribatur circulo* ABD, *quæ ſit ad* A*d* *ſicut* AG *ad* A*c*, *ceteris ſtantibus*; *dico, quòd arcus* DG *erit arcu* GB *major.*

Nam, centro A, radio AD, deſcribe circulum DKE, circulo AB*g* occurrentem in K, & rectæ AB in E; & AK ducatur. Jam, cùm AK, A*g*, & AB circulo AB*g*K ſimiliter inſcribantur, atque A*d*, A*c*, & A*b* ipſi A*bc*, erit arcus *g*K = arcui B*g*; quare, demiſſâ *g*L ad BE perpendiculari, & productâ donec ſecet arcum BD in F, iſta *g*L, per Lem. IV. biſeca-

Fig. 24.

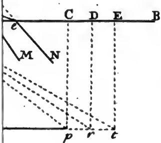
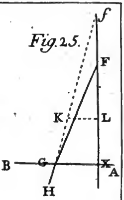


Fig. 25.



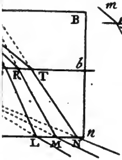


Fig. 27.

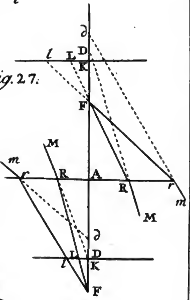
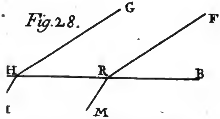


Fig. 28.



Digitized by Google

ſecabit tum rectam BE, tum arcum DB. At, quoniam gF, ex conſtructione, jacet extra circulum gG, punctum F cadet inter G & D. Quare DG major DF, ſive major FB, & multò magis major GB. Q. E. D. De Planorum Refractionibus.

C O R O L L. I.

Hinc, ſi arcus bd, non tantùm duabus, ſed quotcunque partibus æqualibus conſtet, correſpondentes partes arcûs bD, à termino b ad terminum D, ſeſe gradatim ſuperabunt longitudine. Adeòque, ſi arcus bc ad arcum cd habeat quamcunque rationem commenſurabilem, erit arcus GD. ad arc. BG in majore ratione, quàm arc. cd ad arc. bc; ſiquidem, numeris æqualium partium menſurantium arcus bc & cd correſpondent conſimiles numeri partium inæqualium conſtituentium arcus BG ac GD, quarum illæ in GD ſunt omnes parte maximâ ipſius BG majores. Quinetiam, ſi bc ad cd habeat quamcunque rationem incommenſurabilem, erit itidem GD BG in majore ratione, quàm cd. bc. Nam, rationum ſimilitudines, quæ quantitatibus commenſurabilibus conveniunt indefinitè, eo nomine conveniunt etiam incommenſurabilibus ſimiliter affectis, quemadmodum ex Euclideâ definitione ſimilium rationum oſtendi poteſt. Sed faciliùs deprehenditur imaginando quantitates, quas vocant incommenſurabiles, poſſe numerari per partes indefinitè parvas, & ſic ad naturam commenſurabilium, præſertim quoad rationum habitudines, quodammodo reduci.

Concipias itaque arcum bc in æquales & indefinitè multas partes dividi, & ejuſmodi tot ſumi, quæ minùs quàm unâ parte, (hoc eſt, indefinitè parum,) differunt ab arcu cd, atque adeò ipſi, pro more conſueto, cenſeantur æquales; concipe etiam BD in partes æquales, ut antè definivi, correſpondentes partibus ipſius bd dividi, & propter tot inæquales partes, majores quidem in GD & minores in BG, quot ſunt æquales in cd & bc; erit GD. BG in majore ratione quàm cd. bc.

COROLL. II.

Hinc præterea, componendo, ſequitur, eſſe BD. BG in majore ratione quàm *bd. bc*, nec non GD. BD majorem habere rationem, quàm *cd. bd*.

COROLL. III.

Conſectatur denique, quòd, ductis utcunque partibus ſubtenſis A*b*, A*c*, A*d*, A*e*, in *Fig.* 40, & aliis quatuor AB, AG, AD, AE, quarum ſingulæ ad priorum ſingulas eandem rationem obſervant, (nempe, AB. A*b* : : AG. A*c* : : AD. A*d* : : AE. A*e*,) ſi AE ſit omnium maxima, & A*b* minima, erit arcus ED ad arc. GB in majore ratione quàm arc. *ed* ad arc. *cb*. Nam, per Corol. I. hujus, eſt ED. DG in majore ratione quàm *ed. dc*, & DG. GB in majore ratione quàm *dc. cb*, & multò magis ED. GB in majore ratione quàm *ed. cb*. Haud ſecus patet eſſe arcum EG ad arc. DB in majore ratione quàm arc. *ec* ad arc. *db*, ſcilicet, ex Corol. II. hujus, eſt EG. DG in majore ratione quàm *ec. dc*, ac DG. DB in majore ratione quàm *dc. db*, & multò magis EG. DB in majore ratione quàm *ec. db*. Denique, quæ de ſubtenſis & earum arcubus dicta ſunt, poſſunt etiam de ſinubus & eorum arcubus, aut angulis intelligi.

TAB. IX.

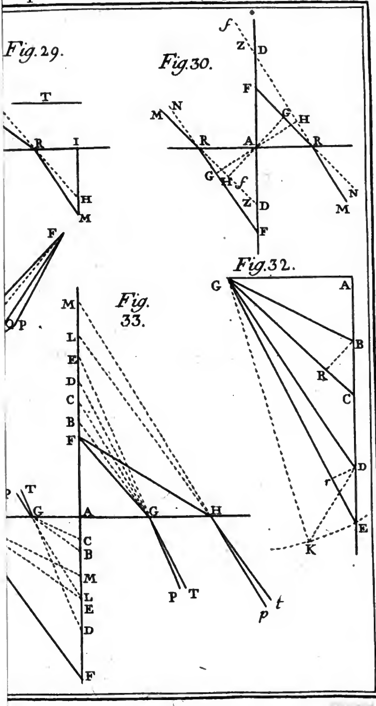
PROP. XIV.

Heterogeneis Radiis è denſiori medio in rarius ſecundùm eandem datam lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quò rarius ſit medium, in quod Radii refringuntur, eò major erit differentia Refractionis.

TAB. IX.

Sit in *Fig.* 41. FL linea, ſecundùm quam duo Radii incidunt in ſuperficiem AL, quorum maximè refrangibilis refringatur ad P, & minimè refrangibilis ad T. Dico, quòd, ſi medium

Opuſc. XVIII. Tab. VII. *pag.* 142. *Tom. II.*



Digitized by Google

dium rarius foret adhuc magis rarum, ut refringeret maximè refrangibilem Radium ad p, & minimè refrangibilem ad t, tunc angulus pLt foret major angulo PLT. Demittatur enim FA ad refringentem ſuperficiem normalis, quæ ſecet refractos Radios retrorſum ductos in G, C, D, & E. Deinde, in refringente ſuperficie quæratur tale punctum N, ut ſit FN. DN : : FL. EL; ac DN productus erit refractus Radii minimè refrangibilis incidentis ab F ad N, (§. XLVII. [1])). Jam, cùm talis ſupponatur poſitio FL & FN, ut Radii maximè refrangibilis ſecundùm FL, & minimè refrangibilis ſecundùm FN incidentis, refracti DL ac DN divergant à puncto D, quod ſitum eſt in perpendiculo FA, eâ de cauſâ, licèt raritas medii, in quod Refractio peragitur, foret alia quàm ſupponitur, tamen ejuſmodi Radiorum ſecundùm eaſdem lineas FN & FL incidentium refracti ſemper divergerent ab aliquo puncto, quod in eâdem FA ſit poſitum, quemadmodum in præcedentibus oſtenſum eſt, (§. XLIX. [2];) ſic, cùm raritas dicti medii talis eſſe ſupponitur, ut maximè refrangibilis Radius ſecundùm FL incidens, refringatur à puncto quopiam G; tunc minimè refrangibilis ſecundùm FN incidens refringetur ab eodem G. Sed, cùm maximè refrangibilis Radius ſupponebatur à puncto G refringi, tunc etiam minimè refrangibilis ſecundùm eandem lineam FL incidens ſupponebatur refringi à puncto C. Quare, eſt GN. FN : : CL. FL, (§. XXV. [3]), & XLVII.;) & præterea, cùm antea poſuerim eſſe FN. DN : : FL. EL, ex æquo erit GN. DN : : CL. EL. Sed, per Lemma III. [4]), eſt GN. DN in ratione majore quàm GL. DL, adeòque CL. EL in ratione majore quàm GL. DL. Quare, ſi linea quædam BL ita ducatur, ut ſit CL. EL : : BL. DL, erit BL major GL, propter majorem rationem quam habet ad DL; & inſuper erit CL major BL, eò quòd ſit EL major DL; & proinde punctum B cadet inter G & C, eritque angulus GLC major ang. BLC; cùm verò ſit CL. EL : : BL. DL, aut viciſſim, BL. CL : : DL. EL, erit angulus BLC major angulo DLE (Lem. I. [5])) & multò magis ang. GLC major DLE. Q. E. D.

De Planorum Refractionibus.

PROP.

(1) Pag 120. hujus. (2) Pag. 122. hujus. (3) Pag. 98. hujus. (4) Pag. 136. hujus. (5) Pag. 130. hujus.

PROP. XV.

Heterogeneis Radiis è medio denſiori in rarius ſecundùm eandem datam lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quò denſius eſt medium, è quo Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionis.

Scilicet (propter majores Refractiones) eò majores erunt ſinus Refractionum, reſpectu dati circuli, ad quem referuntur; & ſimul eò major erit inæqualitas rationis iſtorum ſinuum, per Prop. XIII., adeòque eò major erit differentia angulorum, quos ſubtendunt, per Corol. II. ad Lem. V; hoc eſt, eò major differentia Refractionis. Q. E. D.

PROP. XVI.

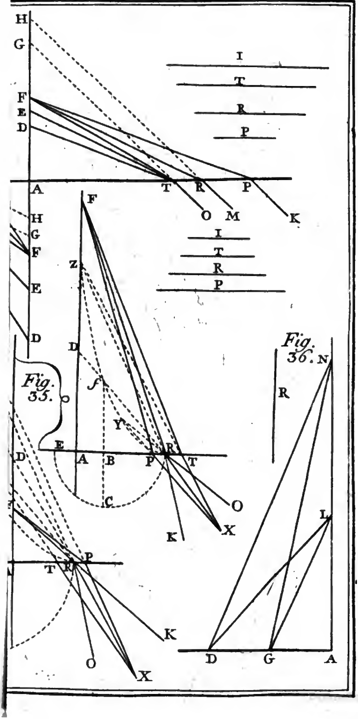
Heterogeneis Radiis è medio rariori in denſius ſecundùm eandem datam lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quò rarius eſt medium, è quo Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionis.

Sit AD (*Fig.* 42.) ſuperficies, in quam duo Radii ſecundùm eandem lineam datam IX incidunt, quorum alter maximè refrangibilis refrangatur ad P, & alter minimè refrangibilis ad T. Dico, quòd, ſi medium, ex quo Radii incidunt, foret adhuc rarius, ut dictos Radios adhuc magis refringeret, puta, maximè refrangibilem verſùs *p*, & minimè refrangibilem verſùs *t*, tum *p*X*t* major angulus evaderet, quàm PXT. Id, quod gradatim ſic demonſtro.

TAB. IX.

CASUS I.

Ponamus primò, quòd recta IX, ſecundùm quam Radii incidunt, ſit ad refringentem ſuperficiem obliquiſſima, ac ducatur quælibet recta PD eidem ſuperficiei normaliter inſiſtens in D, & ſecans refractos Radios in punctis T, P, *t*, *p*; & IX producatur


Fig. 35.
Fig. 36.

tur donec iſtam PD ſecet in f; tum in lineâ AD quæratur punctum quoddam B hâc lege, ut ductis Bf, BP, fiat Xf. XT : : Bf. BP. Liquet ergo, quòd, ſi minimè refrangibilis Radius incidat in B verſùs f tendens, is debet verſùs P refringi; quippe, cùm, ex hypotheſi, ſit BP. Bf : : XT. Xf; hoc eſt, ſinus Incidentiæ ejus & Refractionis, ſicut ſinus Incidentiæ & Refractionis alterius minimè refrangibilis Radii IXT. Quamobrem, ſi ſupponamus hoſce Radios retrocedere, alterum nempe è minimè refrangibilibus à T ad X, & alterum à P ad B, & maximè refrangibilem à P ad X, eorum omnium refracti tendunt à puncto f; ſiquidem notum eſt Theorema, quòd Radii ſecundùm refractum ejus retro incidentis, incidens viciſſim ſit refractus. Jam, cùm Radii difformes PB, PX, ab eodem puncto P manantes, refringantur ab eodem f, quod ſitum eſt in perpendiculo PD, proportione inter PX & PB ſemel cognitâ, ſi ab alio quovis ejuſdem perpendiculi puncto ad refringentem ſuperficiem duæ ducantur lineæ eandem rationem habentes; hoc eſt, una, deſignans maximè refrangibilem Radium, ſit ad alteram, quæ deſignat minimè refrangibilem Radium, ut PX ad PB : tunc iſtorum refracti, (ex antè demonſtratis §. XLV. (1),) divergent ab aliquo etiam puncto, quod ſitum eſt in eodem perpendiculo PD, utcunque medium ex parte Radii IX ſupponatur rarum, dummodo mediorum alterum ex parte Radii PX eandem denſitatem retineat. Quemadmodum, ſi maximè refrangibilis Radius incidat ſecundùm pX & refringatur à f, medio ſcilicet verſùs IX jam poſito rariori quàm antè, tum, rectâ pb ſic ductâ, ut ſit PX. BP : : pX. pb, Radius etiam minimè refrangibilis pb refringeretur ab eodem f. Unde ſequitur eſſe pb ad fb ſicut ſinus Incidentiæ Radiorum minimè refrangibilium ad ſinum Refractionis, (§. XLVII (2)) Aſt in ratione iſtorum ſinuum eſt etiam tX ad fX, eò quòd inflexa IXt deſignet Radium æqualiter refrangibilem, cujus pars IX producta tranſit per idem f. Quare eſt pb. fb : : tX. fX. Cùm verò Radius IX ſupponatur eſſe ad refringentem ſuperficiem ſummè obliquus, ſive in angulo infinitè parvo inclinatus, adeò

De Planorum Refractionibus.

(1) Pag. 119. hujus. (2) Pag. 120. hujus.

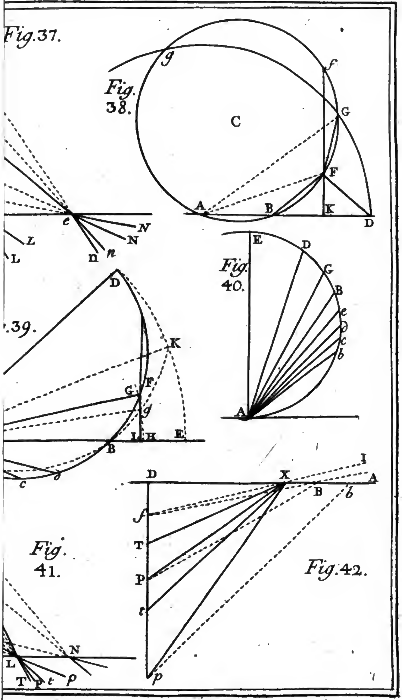
Pars I. Sectio III. adeò ut recta Df pro infinitè parvâ, ſeu nullâ haberi debeat, ſequitur eſſe $DX = Xf$, $DB = Bf$, ac $Db = bf$: quos valores pro Xf, Bf & bf ſubſtituendo in ſupra recenſitas proportiones BP. Bf : : TX. Xf, & $pb. fb$: : tX. fX, emergent BP. BD : : XT. XD, & pb. Db : : tX. DX. Ex quibus pateat rectas BP ad XT, & bp ad Xt parallelas eſſe angulóſque BPX ad PXT, & bp X ad pXt æquales. Sed, ex hypotheſi, eſt PX. BP : : pX. pb, & proinde ang. bpX major ang. BPX, per Corol. I, Lem. V. †; hoc eſt, ang. pXt ſuperat ang. PXT. Q. E. D.

CASUS II.

Incidentibus verò Radiis angulum definitè magnum cum refringente ſuperficie conſtituentibus, propoſitum ſic patebit. Sit

TAB. X. HX (*Fig.* 43.) recta, ſecundùm quam incidunt; &, cùm è medio minùs raro adveniunt, ſit XM minimè refractus, & XN maximè refractus. Cùm verò adveniunt è magis raro, ſit Xm minimè refractus, & Xn maximè refractus. Adhibeantur etiam obliquiſſimi incidentes Radii IX cum eorum refractis XT, XP, Xt, & Xp, quales jam deſcripſimus. Ita ſcilicet, ut, cùm tanta ſit anterioris medii raritas, ut Radios HX incurvari verſùs M, & N faciat, tunc etiam conſimiles Radios IX incurvet verſùs T, & P. Cùm verò tantò major ſit ejus raritas, ut illos cogat verſùs m, & n, tunc hoſce ſimul cogat verſùs t, & p. Sit inſuper APD circulus centro X & intervallo quolibet AX deſcriptus, qui ſecet hoſce refractos Radios in T, P, M, N, t, p, m, n, à quibus ad perpendiculum BX demittantur ſinus Refractionum TB, PC, MF, NG, tb, pc, mf, ng; & ex lege Refractionum patebit eſſe TB. PC : : MF. NG; & tb. pc : : mf. ng; & inſuper, ex hypotheſi & conſtructione, patebit eſſe TB ſinuum iſtorum maximum, & ng minimum. Adeòque, per Corol. III. Lem. VI. ††, eſt ang. TXP ad ang. MXN majore in ratione quàm ang. tX p ad ang. mXn; &, permutando, eſt ang. TXP ad ang. tXp in ratione majore quàm ang. MXN ad ang. mXn. Verùm, ex oſtenſis in primo caſu, eſt ang.

† Pag. 140. hujus. †† Pag. 142. hujus.



Digitized by Google

Digitized by Google

ang. TXP minor ang. tXp. Quare & multò magis erit ang. MXN minor ang. mXn. Q. E. D. De Planorum Refractionibus.

PROP. XVII.

Heterogeneis Radiis è medio rariori in denſius ſecundùm eandem lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quò denſius ſit medium, in quod Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionum ad certum uſque terminum, & poſt, eò minor perpetuò.

Nam, ſi medium poſterius denſitate ſuâ valde parum ſuperat anterius, ita ut Refractiones indefinitè parvas efficiat, differentia Refractionum erit etiam indefinitè parva; & proinde minor quàm foret, ſi medium poſterius ſupponeretur denſius, ut Refractiones evaderent majores. Quare, auctâ medii poſterioris denſitate, augebitur dicta Refractionum differentia; quòd ſi denſitas ejus in infinitum augeatur, Refractiones etiam, quantùm poterunt, augebuntur; hoc eſt, uſque dum omnes refracti Radii perpendiculariter emergant, angulis Refractionum & eorum differentiis tunc prorſus evaneſcentibus. Quare differentia Refractionum rurſus diminuta eſt, donec in nihilum evanuit.

SCHOLIUM.

Etſi limitis ejus determinatio, ubi differentia Refractionis evadit maxima, plus tædii & laboris adminiſtrare poſſit, quàm utilitatis; cùm tamen alicujus fortè momenti cenſeatur denſitatem medii cognoſcere, quod Radiis in ſe refractis Colores maximè conſpicuos efficiat, non pigebit hunc inſuper deſignare, idque primò cùm Incidentia ſit obliquiſſima.

CASUS I.

Eſto IX (*Fig.* 44.) communis Radiorum in ſuperficiem AX, quæcunque media dirimentem, obliquiſſimè incidentium via; & eorum refracti, ut antè, ſunto Xp, & Xt; & agatur recta quæ- TAB. X.

Part I, *Sectio* III. vis *pt* præfatæ ſuperficiei parallela, quæ Radiis iſtis occurrat in *p* & *t*, à quibus ad AX demiſſis perpendicularibus *p*C, *t*E, biſecetur CE in D, & centro D, diſtantiâ DX circulus deſcribatur, ſecans C*p* in P, & E*t* in T, jungantùrque XP & XT. Dico, quòd, cùm ea ſit poſterioris medii denſitas, ut Radiorum ſecundùm IX incidentium maximè refrangibiles ad P, & minimè refrangibiles ad T refringat, tunc angulus PXT quàm maximus evadet. Etenim, utcunque medium poſterius ponatur denſum, refracti Radii ita lineas CP & CT in punctis *p* ac *t* ſecabunt, ut recta *pt* ipſi AX parallela ſit. Quare, ſi ducatur linea D*r*, quæ lineas omnes *pt* biſecet, centrum cujuſcunque circuli per *p* ac *t* tranſeuntis, ſemper jacebit in eâdem D*r*. At angulus *p*X*t* eſt angulus in ſegmento circuli per puncta *p*, *t*, & X tranſeuntis, qui ideo erit maximus, cùm ejuſmodi circulus exiſtit minimus; propterea quod ratio ſubtenſæ *pt* ad circuli dimenſiones tunc evadit maxima. Verùm iſte circulus fit omnium minimus, cùm centrum ejus cadit in D; ſiquidem pro ſemidiametro tunc habet XD minimam refractarum, quæ ab X ad RD duci poſſunt. Eſt ergo angulus *p*X*t* tunc maximus, cùm centrum circuli tranſeuntis per puncta *p*, *t*, & X cadit in D; adeòque, cùm circulus XPT & angulus PXT ejuſmodi ſunt, liquet propoſitum.

Hinc obiter pateat hunc angulum PXT tunc etiam maximum evadere, cùm talis eſt poſterioris medii denſitas, ut angulus Refractionis mediocriter refrangibilium Radiorum obliquiſſimè ſecundùm IX incidentium, ſit ſemirectus; & eò minorem perpetim fieri, quò iſte Refractionis angulus à ſemirecto (exceſſu, vel defectu) magis deviat. Quemadmodum, ſi Refractiones ex aere in aquam, in vitrum & in cryſtallum peractæ conferantur, è calculo patebit, quòd, cùm angulus Incidentiæ ſit 90 gr. proximè, tunc angulus Refractionis in aquam erit major ſemirecto, ínque vitrum erit minor. Quamobrem aqua minùs denſa eſt, & vitrum magis denſum, quàm ut efficiant angulum PXT maximum. Et proinde, cùm cryſtallum ſit adhuc denſius, efficiet iſtum PXT minorem, quàm vitrum efficeret. Et ſic vitrum, etſi minùs reſtrin-

gat,

gat, in iſthoc tamen caſu heterogeneos Radios in ſe refractos magis ab invicem diſſipabit, quàm cryſtallum; eòque pacto Colores in oppoſitam ejus ſuperficiem projicit magis diſtinctos. Sed hæc expertu ſunt difficillima, quòd vitrum & cryſtallum denſitate parum differant, nec poſſint haberi ſatis craſſa; & ſi poſſent, tunc, propter maximam craſſitiem, haud forent ſatis perſpicua. De Planorum Refractionibus.

CASUS II.

Quòd ſi linea, ſecundùm quam incidunt Radii, non ſit maximè obliqua, Problema emergit ſolidum. Sed lubet modum oſtendere, quo, conditionibus ejus nonnihil mutatis, ad planum reduci poterit. Sciendum eſt itaque, quòd, cùm inter extremos, ſeu maximè diſformes Radios, innumeri ſint intermedii, qui gradibus continuè ſucceſſivis & infinitè parvis, alii magis aliis refringuntur, differentia Radiorum extremorum conflata erit ex conſimilibus intermediorum differentiis, numero & parvitate infinitis. Jam, cognitis proprietatibus iſtarum infinitè parvarum differentiarum, poſſumus èxinde de omnibus ſimul aggregatis, ſive de differentiis finitè parvis, quales intercedunt extremorum Refractionibus, judicium ferre, præſertim cùm iſtæ differentiæ ſint admodum exiguæ. Sic, cognito quòd infinitè parvæ differentiæ augentur, diminuuntur, vel ſimul maximæ evadunt aut minimæ, concludendum erit, quòd omnium ſumma perinde augetur, diminuitur, vel maxima fit, aut minima. Quòd ſi non ſint omnes ſimul maximæ vel minimæ, tamen ſumma pro maximâ vel minimâ haberi poteſt, cùm id accidit intèrmediæ parti. Sic, omnium Colorum latitudo tunc maxima cenſeri poſſit, cùm id accidit Viriditati. Jam, licèt Problema propoſitum, cùm de differentiis finitè parvis agitur, exiſtat ſolidum, ſi tamen inſtituatur de differentiis infinitè parvis ad planum reduci poteſt Verùm huic ſolvendo nolo obnixè incumbere, ſed breviter tantùm oſtendam, quo pacto calculus in hoc & ejuſmodi aliis ſit ineundus, ut ad æquationem perveniatur, ex quâ maximus angulorum infinitè parvorum poſſit elici. Et inſuper ex eodem fundamento determinabo proportiones differen-

Pars I. Sectio III. tiarum Refractionis reſpectu diverſorum mediorum, quas in præcedentibus quatuor Propoſitionibus generaliter tantùm deſcripſi.

Primò itaque inveſtiganda eſt regula, vel æquatio, quâ, ex uno utcunque refracto Radio dato, refractus alter cum eo conſtituens angulum infinitè parvum cognoſci poterit. Radiis è medio datâ denſitate in medium cujuſlibet denſitatis ſecundùm obliquiſ-TAB. X. ſimam lineam IX (*Fig.* 45.) ut priùs, incidentibus, ſint XR & X*r* refracti duo, quorum alter XR ſit altero X*r* paulò magis refrangibilis, differentiâ tamen infinitè parvâ; & agatur lineola quævis R*r*, his in R & *r* occurrens, & refringenti ſuperficiei parallela. Ad quam ſuperficiem normales etiam RD, *rd* demittantur, quas datam finitàmque diſtantiam ab X, ab invicem verò infinitè parvam habere fingito. Sed lineolam R*r* cum Radiis per R, & *r* tranſeuntibus, plùs aut minùs ab XD vergere (quemadmodum in præcedentibus) concipito, pro variâ poſterioris medii aſſumendâ denſitate. Jam, ſi recta DR ſecet Radios X*r* in M, & IX in K; cùm infinitè parvum triangulum RM*r* ſit ſimile triangulo DMX, à quo triangulum KRX non niſi infinitè parvis differentiis RXM & DXK diſcrepat, quæ diſſimilitudinem non inferunt; triangula etiam RM*r* & KRX pro ſimilibus haberi debent. Et proinde, demiſſis perpendicularibus KL & RN, erit KX. LR :: R*r*. MN. Adeòque, cùm ſit $LR = \frac{XRq - XKq}{XR}$, (nam eſt XR. KR ($= \sqrt{XRq - XKq}$) :: KR. RL,) erit etiam $MN = \frac{XRq - XKq}{XR \times XK}$ in R*r*; quæ differentia eſt inter XN, ſive XR, & XM. Et inde erit XM $= XR - \frac{XRq + XKq}{XR \times XK}$ in R*r*. Inventa eſt itaque relatio inter XK, XM, & XR, cùm angulus IXA ſit infinitè parvus. Quin etiam, utcunque IX obliqua ponatur, illæ XK, XM, & XR eandem relationem obſervabunt, ſiquidem reciprocè ſunt ut ſinus Incidentiæ & Refractionis, & proinde inventa eſt etiam inter eas relatio pro quâvis obliquitate incidentis IX. Atque ita cognitis, aut utcunque ad arbitrium aſſumptis, XK & XR, inde XM ſimul cognoſcitur. Quod primò determinandum propoſui. Quam-

Quamobrem ſit IX linea datum quemvis angulum AXI cum refringente ſuperficie conſtituens, ceteriſque ſtantibus, erit MN $= \frac{\overline{XRq} - \overline{XKq}}{XR \times XK}$ in R*r*. Inſuper eſt RD ($= \sqrt{\overline{XRq - XDq}}$). XD::MN. NR, atque adeò eſt NR $= \frac{\overline{XRq - XKq} \text{ in } Rr \times XD}{XR \times XK \times \sqrt{\overline{XRq - XDq}}}$. Quòd, ſi NR dividatur per XR, prodibit ſinus anguli RXN reſpectu circuli, cujus ſemidiameter ſit unitas. Quare, cùm angulus iſte & ſinus ejus ſunt maximi, ad maximum angulum determinandum quærenda erit maxima quantitas $\frac{NR}{XR}$, hoc, eſt maximum $\frac{\overline{XRq - XKq} \text{ in } Rr \times XD}{XRq \times XK \times \sqrt{\overline{XRq - XDq}}}$ ſive (factâ per datum $\frac{Rr \times XD}{XK}$ diviſione) quærendum erit maximum $\frac{XRq - XKq}{XRq \times \sqrt{\overline{XRq - XDq}}}$; id, quod per methodos de ***maximis*** & ***minimis*** ſatis notas fieri poteſt; &, prodibit $XRqq = 3\,XKq \times XRq - 2\,XKq \times XDq$, cujus æquationis conſtructio eſt ejuſmodi. A puncto quolibet incidentis Radii IX (*Fig.* 46.) demitte perpendiculum IA, & in eo ſume AF = AX; &, XI producto ad B, ut ſit IB = ½IX, ſuper BX deſcribe ſemicirculum BEX, cui inſcribe XE = XF; dein XB produc ad C, ut ſit BC = BE. Super CX deſcribe ſemicirculum CGX, quem in G ſecet perpendiculum IG ſuper Diametro ejus ad I erectum. Denique, centro X & intervallo GX deſcribatur arcus GH ſecans AI productum in H. Ducatur HX & producatur verſùs R; eritque RX ipſius IX refractus, cùm tanta ſit poſterioris medii denſitas, ut differentia Refractionis RXM fiat omnium maxima. Quo invento, denſitas poſterioris medii talem Refractionem efficientis facilè dabitur. Concipe ergo Radios XR & X*r* eſſe mediocriter refrangibiles, diverſo tamen gradu, & poſterius medium ſic inventum non modò inter iſtos, ſed & inter extremos, ſeu maximè difformes Radios, maximam, circiter, quàm poteſt Refractionis differentiam efficiet.

De Planorum Refractionibus.

TAB. X.

Sin autem hujuſmodi differentiarum proportiones ad variam raritatem, vel denſitatem mediorum deſiderentur; è jam oſtenſis facilè

Digitized by Google

Part I. Sectio III. facilè determinabuntur, dummodo ponantur infinitè parvæ. Sic, raritate vel denſitate poſterioris medii tantùm variatâ, ut Radii ſecundùm IX (*Fig.* 47.) incidentes, nunc refringantur ad M & R, nunc ad *m* & *r*; ductâque quâlibet DK ipſi DX normali, quæ ſecet eos in K, M, R, *m*, & *r*, erit angulus infinitè parvus MXR ad conſimilem angulum *m*X*r*, ſicut $\frac{XRq - XKq}{XRq \times RD}$, ad $\frac{Xrq - XKq}{Xrq \times rD}$. Quòd ſi raritas vel denſitas prioris medii varietur, non mutato poſteriori medio, Analyſta facile deprehendet, quòd (in *Fig.* 45.) ſit $MN = \frac{XRq - XKq}{XKq}$ in R*r*; & proinde quòd (in *Fig.* 47.) ſit ang. MXR ad ang. *m*X*r* : : $\frac{XRq - XKq}{XR \times RD}$. $\frac{Xrq - XKq}{Xr \times rD}$; non enim perinde eſt, ſive raritas ſive denſitas anterioris medii, ſive poſterioris medii varietur, ut è præoſtenſis pateat.

TAB. X.

Propoſitiones præcedentes ad Luminis è longinquo manantis diffuſionem ſpectant. In duabus ſequentibus agitur de Refractione Luminis è propinquo manantis.

PROP. XVIII.

Heterogeneis Radiis à dato puncto ad datum punctum per ſuperficiem poſitione datam refractis, quò medium denſius ſit magis denſum, eò major erit eorum ad invicem inclinatio ex parte medii utriuſque ad certum uſque terminum, & poſt, erit eò minor.

Scilicet, cùm denſitas ejus haud major ſit quàm denſitas alterius medii, ut Refractio fiat infinitè parva, tum differentia Refractionis erit etiam infinitè parva; & proinde augebitur ex auctâ denſitate. Quòd ſi denſitas ejus in infinitum augeatur, tum omnium Radiorum in illud incidentium refracti perpendiculariter emergunt; (§. XLII. [1]) & è contra, ſoli perpendiculares poſſunt ingredi medium rarius è denſiori (§. XLV. [2]); unde omnes Radii à puncto ad punctum refracti tunc pergent in iiſdem lineis, ſive

(1) Pag. 117. hujus. (2) Pag. 119. hujus.

ſive coincident; & ſic differentia Refractionis rurſus in nihilum evaneſcet. *De Planorum Refractionibus.*

PROP. XIX.

Heterogeneis Radiis à dato puncto ad datum punctum per ſuperficiem poſitione datam refractis, quò medium rarius ſit magis rarum, eò major eorum erit ad invicem inclinatio ex parte medii utriuſque.

Sit AT (*Fig.* 48.) ſuperficies ita refringens difformes Radios FTX, FPX, ut, manantes ab eodem puncto F, in idem rurſus conveniant ad X. Dico, (ſi medium prius eſſet rarius, ut præfati Radii adhuc magis refringerentur, puta, FTX ſecundùm F*t*X, & FPX ſecundùm F*p*X,) quòd angulus *p*X*t* foret major angulo PXT, ut & angulus *p*F*t* major angulo PFT. TAB. X.

Ad abbreviandum prioris Caſûs demonſtrationem, ponamus Radios eſſe quàm minimè difformes, ut, propter infinitè parvam differentiam Refractionis, angulos PXT & *p*X*t* conſtituant infinitè parvos. (Conſule Caſ. II. Schol. ad Prop. XVII. [1]) Tum ducatur TK refractus Radii conformis ipſi FPX, ut infinitè parvus angulus KTX ſit differentia Refractionis Radiorum ſecundùm eandem FT incidentium; & pari modo ducatur *tk* refractus Radii conformis ipſi F*p*X, ut angulus infinitè parvus *kt*X exiſtat differentia Refractionis Radiorum ſecundùm eandem F*t* incidentium. Liquet ergo, quòd, cùm Radius F*t* ſit obliquior quàm FT, atque etiam in medium denſius incidat, erit *kt*X major angulo KTX. Ad hæc, producantur KT, & *kt*, donec in punctis D, ac *d*, ſecent lineam FA, quæ ſit plano AT perpendicularis, & ultra producantur ad *f* & *g*, ita ut ſit $\frac{FAq}{FT}.\frac{DAq}{DT}::TF.Tf$, & $\frac{FAq}{Ft}.\frac{dAq}{dt}::tF.tg$, & erunt puncta ſic inventa, *f*, & *g*, foci Radiorum FTX & F*t*X, per Prop. VIII. Caſ. II. [2]. Et inde X*f*. T*f*:: ang. KTX ad ang. PXT; ut & X*g*. *tg*:: ang. *kt*X ad ang. *p*X*t*, (Caſ. III. Schol. Prop. XII. [3]) Iſtæ quidem proportionalitates non ſunt omnino veræ,

 ubi

(1) Pag. 149. hujus. (2) Pag. 128. hujus. (3) Pag. 133. hujus.

 ubi anguli præfati, per differentiam Refractionis effecti, ponuntur eſſe definitæ alicujus magnitudinis; ſed ad veritatem eò magis accedunt, quò anguli iſti ſtatuuntur minores. adeò ut in angulis infinitè parvis pro accuratè veris haberi debeant. Jam, cùm, ex hypotheſi, ſit A*t* major AT, erit etiam X*t* minor XT, ut & *tg* major T*f*, quemadmodum patet ex determinatione punctorum *g*, & *f* ſupra poſitâ. Quamobrem eſt *tg*. T*f* in majore ratione *t*X. TX; vel, permutando, *tg*. *t*X majorem habet rationem, quàm T*f*. TX; &, componendo, *tg*. X*g* habet majorem rationem, quàm T*f*. X*f*; hoc eſt, ſubſtituendo rationes hiſce æquales, ang. *p*X*t* ad ang. *kt*X majorem rationem habet, quàm ang. PXT ad ang. KTX; &, permutando, *p*X*t*. PXT eſt in majore ratione, quàm *kt*X. KTX, ut dictum fuit; & ideò multò magis eſt ang. *p*X*t* major ang. PXT. Q. E. D.

Et hinc verò de poſteriori caſu, quòd ſemper ſit *p*F*t* major angulo PFT, fiat conjectura; ſiquidem demonſtrationem longè difficiliorem poſtularet, & his tamen multa impendiſſe verba jamdudum pertæſum eſt. Hæc itaque de Refractionibus ſolitariæ ſuperficiei ſufficiant.

De Radiorum bis refractorum affectionibus.

Quòd ſi gemina ſit Refractio, proinde ut in Priſmatibus contingit, quorum phænomena præſertim explicare ſtatui, Radiorum ſic refractorum paſſiones è præcedentibus ita manifeſtæ ſunt, ut circa illas parum negotii intereſſe videatur. De parallelis quidem ſuperficiebus nihil aliud occurrit obſervandum, quàm quòd poſterior tantùm recurvat Radios, quantùm prior incurvat. De inclinatis verò ſequentia notentur.

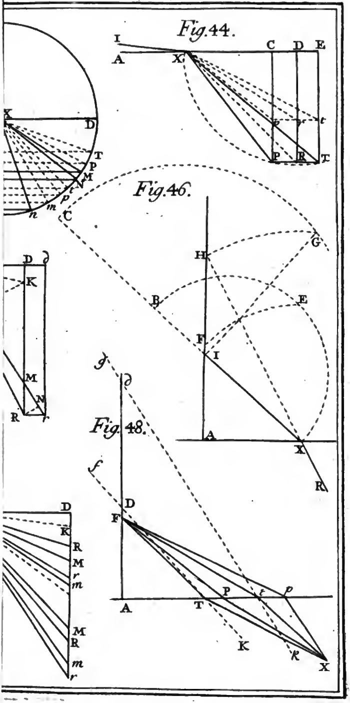
PROP. XX.

Homogenei Radii ad Priſma divergentes, poſt utramque Refractionem divergere pergent.

Patet per Prop. VII. *

* Pag. 127. hujus.

Atque


Fig. 44.
I
A
X
C
D
E
t
P
R
T
X
D
T
P
M
N
t
p
m
n
C
Fig. 46.
G
H
B
E
F
I
A
X
R
D
K
M
N
R
r
Fig. 48.
f
D
F
A
T
P
t
p
K
k
X
D
K
R
M
r
m
M
R
m
r

Digitized by Google

Atque idem de parallelis, vel convergentibus Radiis intelli- ge; quòd, nempe, poſt utramque Refractionem manebunt pa- ralleli vel convergentes. De Planorum Refractionibus.

SCHOLIUM.

Quòd ſi punctum, à quo quilibet infinitè propinqui poſt utramque Refractionem divergunt, ſive locus imaginis trans Priſma conſpicuæ, deſideretur, inventio ejus à Schol. ad præfatam Prop. VIII. [1] manifeſta eſt. Sed ut promptiùs fiat conjectura, juvabit adhibere Theorema hocce mechanicum. Quòd imago ad eandem illam circiter diſtantiam poſt Priſma apparebit, quam habet objectum, cujus eſt imago, dummodo Refractiones hinc & inde non ſint admodum inæquales.

PROP. XXI.

Ex heterogeneis Radiis ad Priſma divergentibus, aliqui poſt utramque Refractionem convergent.

Id, quod conſtat ex Prop. X. [2] & XII. [3] Scilicet ex illis, qui in plano ad utraque refringentia plana perpendiculari jacent, magis refrangibiles ex Incidentiâ paulò obliquiori convenient cum minùs refrangibilibus, atque idem in innumeris aliis ferè planis ſuperficiebus continget.

PROP. XXII.

E Radiis itaque ſic à puncto ad punctum, ſive ab objecto ad Oculum refractis, alii ad verticem Priſmatis gradatim aliis priores tranſibunt, pro eo ut ſint magis ac magis refrangibiles.

Per Prop. X. unde Colorum ordines definiuntur, de quibus poſt hæc.

V 2 PROP.

(1) Pag. 128. hujus. (2) Pag. 130. hujus. (3) Pag. 130. hujus.

Part I.
Sectio III,

PROP. XXIII.

Quò major eſt angulus verticalis Priſmatis, ceteris paribus, differentia Refractionis fiet eò major, & inde Colorum apparentia diſtinctior.

Et hoc manifeſtum eſt è Prop. II. (1)

PROP. XXIV.

Quò denſior eſt Priſmatis materia, vel quò rarius eſt medium circumfluum, ceteris paribus, eò major erit Refractionis differentia, & inde Colorum apparentia manifeſtior.

Scilicet poſterior caſus è Prop. XIV. (2), & XVI. (3) patet. TAB. XI. Priorem verò, ne per Prop. XVII. (4 in dubium revocetur, ſic oſtendo. Concipe magis refrangibilem Radium PD, (*Fig.* 49.) & minimè refrangibilem TD ſic in Priſma ad idem quodvis punctum D incidere, ut refracti pergant in eâdem lineâ D*d*; ac, denuo in *d* refracti, divergant verſùs *p* ac *t*. Quo poſito, conſtat, per Prop. XV. (3), quòd angulus *pdt*, ex auctâ Priſmatis denſitate augebitur; déque angulo PDT par eſt ratiocinatio; ſi modò Radii conſimiles, ſecundùm eaſdem lineas retrocedere concipiantur. Patet itaque aſſertio de Radiis in Priſmate coincidentibus, & inde etiam de parallelis.

LEMMA VII.

*Radiis tribus homogeneis b*I, *g*I, *d*I (*Fig.* 50.) *è medio* TAB. XI. *denſiori in rarius per ſuperficiem* IK *refractis, ſi differentiæ Incidentiarum b*I*g*. *g*I*d ſint æquales, ſumma refractorum angulorum extremis Radiis effectorum, erit duplo major anguli refracti per intermedium Radium effecti; hoc eſt, refractis Radiis retroactis ad* B, G, *ac* D*: Dico, quòd ſit angulus* BI*b* + DI*d major 2 ang. g*IG.

Etenim

(1) Pag. 125. hujus (2) Pag. 142. hujus. (3) Pag. 144. hujus.
(4) Pag. 147. hujus.

Etenim, deſcripto quovis circulo ADG tangente refringentem ſuperficiem in I, cujus diameter ſit AI, quìque dictos Radios ſecet in b, g, d, B, D, G. Quandoquidem anguli bIg, & gId ſint æquales, erunt etiam arcus bg & gd æquales. Sed, ductis Ag, Ab, &c., erunt Ab, Ag, Ad ſinus Incidentiarum, adeòque inter ſe ut ſunt AB, AG, AD ſinus Refractionum. Quare, (per Lem. VI. *,) eſt arcus DG major arcu GB; & inde $2gG$ minor eſt $2gG + GD — GB = gD + gB = gD — gd + gb + gB = Dd + Bb$; hoc eſt, $2gG$ minor eſt $Dd + Bb$, ſive angulus BIb + ang. dID ſuperat 2 ang. gIG. Q. E. D. De Planorum Refractionibus.

PROP. XXV.

Homogeneis Radiis à Priſmate refractis, angulus, quem incidentes & emergentes comprehendunt, tunc maximus evadit, cùm æqualis eſt hinc & inde Refractio.

Sit ABC (*Fig.* 51.) Priſma, GRSN Radius utrinque æqualiter refractus ad R & S; & IPQL alius Radius refractus inæqualiter, magis quidem ad P, minùs ad Q; & producantur hi Radii donec ſibi occurrant, IP & QL in T, GR verò & NS in V. Dico angulum RVS eſſe majorem angulo PTQ. Quod ut pateat, concipe Radios in lineis PQ & RS hinc inde pergentes utrinque egredi Priſmate; & ſic è medio denſiori in rarius refringi. Nam, in triangulis CPQ, CRS, cùm angulus C communis ſit, ceterorum angulorum ſummæ erunt æquales; & proinde, cùm CRS ſit iſoſceles, duplum anguli CSR æquabitur angulis CPQ + CQP. Quamobrem Radii QP Incidentia ad P tantò major eſt Incidentiâ Radii RS ad S, quantò eadem Incidentia ſit major Incidentiâ PQ ad Q. Trium itaque Incidentiarum differentiæ ſunt æquales; adeòque, juxta Lemma præmonſtratum, ſumma refractorum angulorum, per Incidentiam maximam & minimam effectorum, major erit duplo anguli refracti per Incidentiam mediocrem effecti. Hoc eſt, ang. QPT + ang. PQT ſuperant 2 ang. RSV, ſive majores ſunt ang. RSV. TAB. XI.

* Pag. 140 hujus.

 +

Part I. Sectio III. + ang. VRS. Itaque, cùm in triangulis PTQ & RVS ſumma angulorum ad baſin PQ ſit major ſummá eorum ad baſin RS, erit angulus verticalis RVS major angulo verticali PTQ. Q. E. D.

LEMMA VIII.

TAB. XI. *Si ſecundùm tres lineas* bI, gI, dI (Fig. 52.) *æquales angulos* bIg, gId *continentes, tres Radii minimè refrangibiles incidant ad* I *in ſuperficiem* IK, *& è medio denſiori in rarius refringantur, quorum refracti retrorſum producti ſint* IB, IG, ID; *& præterea, ſi trium maximè refrangibilium Radiorum, ſecundùm eaſdem lineas* bI, gI, dI *incidentium, refracti retrorſum producti ſint* Ib, Ig, Id, *differentia Refractionis Radiorum, quorum Incidentia eſt minima, unà cum differentia Refractionis eorum, quorum Incidentia eſt maxima, major erit quàm dupla differentia Refractioni eorum, quorum Incidentia eſt mediocris. Hoc eſt, ang.* BIb + *ang.* DId *ſuperant* 2 *ang.* GIg.

Etenim, deſcripto quovis circulo ADI, tangente refringentem ſuperficiem in I, cujus diameter ſit AI, quíque præfatos Radios in punctis *b*, *g*, *d*, B, b, G, g, D, d ſecet; concipe ſubtenſas ab A ad quodlibet iſtorum punctorum duci; & erunt A*b*, A*g*, A*d* inter ſe, ut ſunt AB, AG, AD, atque etiam, ut ſunt Ab, Ag, Ad. Unde ſequitur, quòd AB, AG, AD inter ſe ſunt, ut Ab, Ag, Ad. Et præterea, per Lem. VI. (1), quòd ſit arcus GD major arcu BG, & arcus gd major arcu bg. Jam fiat arcus GM = BG, erítque GD major GM, & AD major AM. Item in peripheriâ AD ſume punctum quoddam N ſub hâc conditione, ut, ſi concipias AM, AN ſubtenſas duci, ſit AB. Ab : : AM. AN, & erunt AB, AG, AM inter ſe, ut ſunt Ab, Ag, AN; adeòque, cùm arcus BG ac GM ſint æquales, erit ſumma arcuum Bb + MN (per Lem. VII. (2)), major duplo arcu Gg. Sed, cùm ſit AM. AN : : (AB. Ab : :) AD. Ad; vel, converſè, AM. AD : : MN. Dd, propter AD majorem quàm AM, erit arcus Dd major arcu MN; &,

(1) Pag. 140. hujus. (2) Pag. 156. hujus.

&, utrobique addito arcu Bb, erit arc. Bb + arc. Dd major arc. Bb + arc. MN; & multò magis erit arc. Bb + arc. Dd major duplo arcu Gg, ſive ang. BIb + ang. DId major 2 ang. GIg. Q. E. D. De Planorum Refractionibus.

PROP. XXVI.

Heterogeneis Radiis à Priſmate refractis, differentia angulorum, quos incidentes cum emergentibus conſtituunt, tunc minima evadit, cùm æquales ſunt utrobique Refractiones.

In Priſmate ABC (*Fig.* 53) ſumatur CR æqualis CS; & RS ducatur; ut & alia quævis linea PQ, quæ non ſit parallela ad RS; & concipe Radios in Priſmate ſecundùm has lineas PQ & RS hinc inde pergentes, ad puncta P, Q, R, & S egredi, & maximè refrangibiles verſùs K, M, H, & O refringi, ac minimè refrangibiles verſùs I, L, G, & N. Dico, quòd Refractionum inæqualiter ad P, & Q factarum differentiæ ſimul ſumptæ IPK + LQM ſint majores, quàm HRG + NSO, differentiæ Refractionum æqualiter ad R, & S factarum ſimul ſumptæ. Nam, Incidentiarum ad P, Q, & S differentiæ ſunt æquales, ut oſtenſum erat in Prop. præcedenti, atque adeò, per Lem. VIII*, differentia Refractionis Radiorum difformium ad P, ubi maxima eſt Incidentia, unà cum differentiâ conſimili ad Q, ubi minima eſt Incidentia, excedit duplum conſimilis differentiæ ad S, ubi Incidentia mediocris eſt. Hoc eſt, ang. IPK + ang. LQM major 2 ang. NSO. Sive, cùm GRH & NSO æquentur ang., IPK + ang. LQM ſuperant ang. NSO + ang. GRH. Q. E. D. TAB. XI.

SCHOLIUM.

Poſui quidem Radios è Priſmate utrobique egredi; ſin pergant ab I, & K per P, & Q ad L, & M; & à G, & H per R, & S verſùs N, & O, linearum poſitiones, & quantitates angulorum non inde mutabuntur; & proinde demonſtratio præ-

* Pag. 158. hujus.

faċa

Pars I. Sectio III. fata tunc etiam valebit; & propter eandem rationem valebit etiam, cùm Radii, ad Priſma divergentes, evadunt in Priſmate paralleli. Quod idem de Propoſitionum XXIV & XXV demonſtrationibus itidem intellige. Quinetiam in aliis quibuſcunque caſibus, ubi divergunt ante Refractionem, & poſt convergunt, vel in Priſma incidunt paralleli, non adeò multùm à paralleliſmo intra Priſma recedunt unquam, quin ut anguli vel differentiæ angulorum, quos incidentes cum emergentibus conſtituunt, pro iiſdem, circiter, haberi poſſint, ac ſi intus eſſent paralleli; adeòque dictas Propoſitiones ad omnes omnino caſus extendi.

PROP. XXVII.

Si denique Radiis, à dato puncto F *ad datum punctum* X *per* TAB. XI. *Priſma* ABC (Fig. 54.) *poſitione datum refractis, deſiderentur Anguli* DFE, GXH, *quos heterogenei comprehendunt.*

Problema ex eorum numero eſt, quæ Veteres linearia dixère; at ſequens mechanica ſolutio, quantùm exigunt res practicæ, veritati appropinquat. Finge ſummam angulorum DFE + GXH æqualem eſſe angulo NMO, quem Radii duo, alteris FD & FE, quoad Refrangibilitatem conſimiles, ac juxta quamvis lineam LM, rectæ angulum DFE biſecanti quamproximè parallelam incidentes, poſt binam Refractionem conſtituunt. Et è Radiis ad X refractis, aliquem GX, cum incidente Radio FD convenientem in V, produc ad *f*, ut ſit *f* locus imaginis, quam objectum F Oculo in X conſtituto exhibet. Dein ang. OMN ac diſtantiis *f*X & *f*V mechanicè cognitis, dic eſſe *f*X. *f*V : : ang. NMO ad ang. GXH; & erit GXH, quem quæris, proximè; quemadmodum ex oſtenſis ad Schol. Prop. XII. (1), quodammodo manifeſtum eſt. Cùm Refractiones utrobique non ſunt admodum inæquales, res expeditiùs abſolvitur per Schol. ad Prop. I (2), fingendo eſſe VX. FV : : ang. DFE ad ang. GXH; vel, compoſitè, FV + VX. FV : : ang. NMO ad ang. GXH.

(1) Pag. 132. hujus. (2) Pag. 125. hujus.

PARS

De Curvarum Refractionibus.

PARS PRIOR.

SECTIO QUARTA.

De Refractionibus curvarum ſuperficierum.

HÆC de Refractionibus planorum: De curvis & præſertim ſphæricis ſuperficiebus jam agendum eſt, quarum doctrinam, reſpectu homogeneorum Radiorum, ſequentibus Propoſitionibus complecti conabimur.

PROP. XXVIII.

Radii in curvam ſuperficiem incidentis refractum ducere.

Nempe eadem eſt Refractio Radii à Curvâ ac eſt à plano contingente Curvam in puncto Refractionis. Quære ergo refractum à contingente plano per Prop. III. *

PROP. XXIX.

Si Radii, ſeu paralleli, ſeu ad punctum aliquod contermini, ſe ſphæræ objiciant refringendos, refractorum axi quàmproximorum concurſum ſive focum determinare. †

Sit A (*Fig.* 55.) punctum Radios ejaculans verſùs ſphericam ſuperficiem BNP centro C deſcriptam; è vertice & centro erige ad axem AC perpendiculares BH, & CI, ipſiſque occurrentem in H & I age quamlibet AI per punctum A. Tum, à puncto C verſùs I, cape CR, quæ ſit ad CI ut ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ, & age rectam HR occurrentem AC in Z; & erit Z concurſus refractorum, quem oportuit determinare. Sit enim AN Radius axi viciniſſimus incidens ad N, & occurrens CI in K. Age NZ occurrentem CI in *g*; &, ut mos eſt, TAB. XI.

 conci-

* Pag. 126. hujus. † Vid. BARROW. *Lect. Opt.* L. XIV. ad finem.

Part I. Sectio IV. concipe infinitè parvum arcum BN æqualem eſſe BM ſegmento rectæ BH ad Radium AK terminato; & erit CI. BH : : CK. BN, ac BH. CR : : BN. C*g*, &, ex æquo, CI. CR : : CK. C*g*, Hoc eſt, CK. C*g* ut eſt ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis. Et proinde, cùm anguli CAK & CZ*g*, ex hypotheſi, ſint infinitè parvi, adeòque CK ad AN, & C*g* ad NZ perpendiculares, vel ſaltem æquipollentes perpendiculis, erit NZ refractus ipſius AN. Q. E. D.

COROLL. I.

Poſito I ad R ut eſt ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, erit $\frac{I}{R}$ AB. AC : : BZ. CZ. Eſt enim $\frac{I}{R}$ AB. AB : : (I. R : :) CI. CR; & AB. AC : : BH. CI. Et, ex æquo perturbatè, $\frac{I}{R}$ AB. AC : : (BH. CR : :) BZ. CZ.

COROLL. II.

Si quando punctum A infinitè diſtet, ſeu parallelos Radios ejaculetur; tum, propter æquales BH & CI, erit I. R : : BZ. CZ. Atque ita, ſi refracti Radii paralleli ſunt, tum propter æquales BH & CR, erit I. R. : : AC. AB.

COROLL. III.

Si è quatuor punctis A, B, C, & Z. tria quævis dentur, poteſt quartum inveniri, ut è ſequentibus exemplis patebit.

EXEMPL. I.

Dentur A, B, C, & quæratur Z. Scilicet eſt $\frac{I}{R}$ AB. AC : : BZ. CZ; adeòque diviſim, $\frac{I}{R}$ AB — AC. AC : : BC. CZ.

EXEMPL.

De Curvarum Refractionibus.

EXEMPL. II.

Si, datis A, B, & Z, quæratur C; cùm ſit $\frac{I}{R}$ AB. AC::BZ. CZ, viciſſim erit, $\frac{I}{R}$ AB. BZ::AC. CZ, &, compoſitè, $\frac{I}{R}$ AB + BZ. BZ::AZ. CZ.

EXEMPL. III.

Si datis A, C, & Z, quæratur B; cùm ſit $\frac{I}{R}$ AB. AC::BZ. CZ, ſive AB. $\frac{R}{I}$ AC::BZ. CZ, viciſſim erit $\frac{R}{I}$ AC. CZ :: AB BZ; &, compoſitè, $\frac{R}{I}$. AC+CZ. CZ::AZ. BZ.

Poſſunt eadem determinari per ductum linearum; veluti ſi, datis A, B, & Z, quæratur C. Erige ad AZ normalem BH cujuſvis longitudinis, & in eâ cape BG, quæ ſit ad BH, ut I ad R; junge AH & GZ occurrentes in I, & IC normaliter demiſſa ad AZ incidet ad punctum quæſitum C.

NOTA 1. Quòd Z ſit locus imaginis objecti A per Refractionem exhibitæ, cùm Spectatoris Oculus in axe ultra Z conſtituitur.

2. Si quando refracti Radii divergant, vel incidentes convergant, vel ſint paralleli, ſimilis erit Problematis conſtructio, mutatis tantùm ſuo modo mutandis.

3. Si è puncto A emiſſi Radii per plures ſphæricas ſuperficies, eundem axem AC retinentes, ſucceſſivè tranſmittantur, ad concurſum poſt omnes Refractiones determinandum, quære primò concurſum Radiorum poſt primam Refractionem; deinde concurſum eorundem poſt ſecundam Refractionem, juxta ac ſi primariò emiſſi fuiſſent è puncto præcedentis concurſûs; & ſic deinceps, donec ad ultimum concurſum deventum ſit. Atque hoc pacto locus imaginis objecti cujuſvis, per Teleſcopium, vel Microſcopium viſi, determinari poteſt.

X 2 4. Ope

Part I. Sectio IV. 4. Ope Corol. III. Lentes ex ſphæricis ſuperficiebus confici poſſunt, quæ Teleſcopiis modo quolibet deſignato conſtituendis inſervient. Patet enim ex illo Corollario, quòd non tantùm Refractiones datarum Lentium inveſtigari poſſunt, ſed & Lentes delineari, quæ datas Refractiones peragent.

LEMMA IX.

Ad datam quamvis Curvam concurſum axis & viciniſſimi perpendiculi determinare.

TAB. XII. In *Fig.* 56. ſit B N *n* Curva, & ad quodvis ejus punctum *n* indeterminatè ſpectatum quære perpendiculum *nc*, per notas methodos ducendi perpendicula Curvarum; & ſimul invenies longitudinem B*c*. Tum, (demiſſo ad B*c* normali *nt*,) finge B*t*, vel *nt*, infinitè parvam eſſe, ſeu nullam, & emergit longitudo B C, cujus terminus eſt ad concurſum axis cum viciniſſimo perpendiculo.

EXEMPL. I.

Sit B N*n* Parabola, cujus latus rectum *r*, & B*t* dic x; erit $Bc = x + \frac{1}{2}r$, ut notum eſt. Pone jam $x = 0$, & reſtabit $\frac{1}{2}r$ pro longitudine B C ad verticem.

EXEMPL. II.

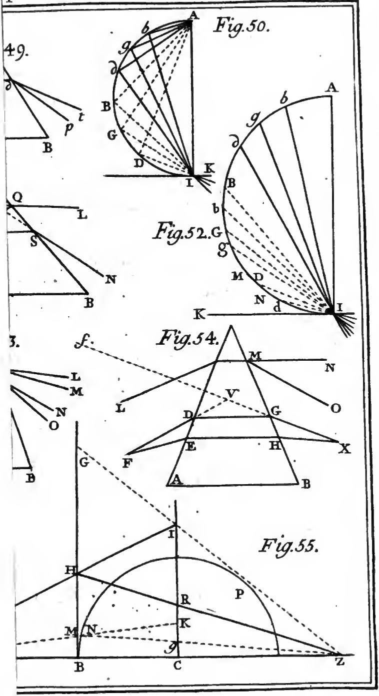
Sit B N *n* Ellipſis, cujus latus rectum *r*, & tranſverſum *q*; eritque, (ut notum eſt,) $Bc = x - \frac{rx}{q} + \frac{1}{2}r$. Jam pone $x = 0$, & reſtabit iterum $\frac{1}{2}r$ pro longitudine B C ad verticem. Nec ſecus in Curvis magis compoſitis procedendum eſt.

PROP. XXX.

Radiis in curvam quamvis ſuperficiem quamproximè perpendiculariter incidentibus, refractorum concurſum, ſeu focum, determinare.

Eſto

Digitized by Google


49.
Fig. 50.
Fig. 52.
3.
Fig. 54.
Fig. 55.
A
b
g
B
G
D
I
K
t
p
Q
L
S
N
M
O
V
E
H
X
F
R
P
Z
C

Digitized by Google

Eſto PBQ (*Fig.* 57.) Curva quævis; A commune punctum, ſeu concurſus incidentium Radiorum; AB Radius perpendicularis, ſive axis; & AN Radius quamproximè perpendicularis, ſive axi proximus; ſitque NC ad Curvam perpendicularis, axíque AC occurrens ad C. Et puncto C, per Lem. IX., invento, erige ad B & C perpendicula BH & CI, quibus in H & I occurrentem age quamvis AI. Verſùs I cape CR, quæ ſit ad CI ut ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ, & recta HR occurret ipſi AB in quæſito refractorum concurſu Z. De Curvarum Refractionibus. TAB. XII.

Probatur ad modum præcedentis Propoſitionis, & huic etiam conſimilia Corollaria & Notæ competunt.

PROP. XXXI.

Parallelis Radiis in Sphæram incidentibus, refractorum ab axe remotorum errorem à principali foco determinare.

In *Schem.* 58. ſit NBM Sphæra; C centrum ejus; CB ſemidiameter incidentibus Radiis parallela; AN Radius incidens; & NK refractus ejus, occurrens axi, ſeu ſemidiametro CB, in K; &, poſito F principali foco; id eſt, in quem Radii prope axem jacentes congregantur, quærendus erit error FK. Demitte ergo perpendiculares CE in NK, & NG in CK; & dic CB $= a$; GB $= x$; & CK $= z$; atque ex naturâ circuli erit NGq $= 2ax - xx$; cui adde GKq, hoc eſt, $zz + 2xz - 2az + xx - 2ax + aa$; & prodibit NKq $= zz + 2xz - 2az + aa$. Jam, cùm NG ſit ad CE ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ſive ut I ad R, &, propter ſimilitudinem triangulorum CEK & NGK, NK & CK ſint in eâdem ratione, erit II. RR :: (NKq. CKq ::) $zz + 2xz - 2az + aa$. zz; adeòque $IIzz = zz + 2xz - 2az + aa$ in RR, &, factâ reductione, $zz = \frac{2RRaz - 2RRxz - RRaa}{RR - II}$, extractáque radice $z = \frac{RRa - RRx + R\sqrt{IIaa - 2RRax + RRxx}}{RR - II}$. TAB. XII.

Pars I. Sectio IV. ac, radicali in infinitam ſeriem redactâ, $z = \frac{Ra}{R-I} - \frac{RRx}{IR-II} - \frac{R^3x^2}{2I^3a} - \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$, &c. Jam, cùm per Corol. II., vel III, ad Prop. XXIX.*, ſit $\frac{Ra}{R-I} = CF$, (id, quod etiam innoteſcit ex valore z jam invento, fingendo eſſe $x = 0$,) ex hoc CF ſubduc inventum valorem z & reſtabit $\frac{RRx}{IR-II} + \frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$ &c. pro valore erroris KF, quem quærimus.

COROLL. I.

Si BG, ſive x, ponatur valde exigua, erit $\frac{RRx}{IR-II}$ quamproximè æqualis KF; tunc enim quantitates $\frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$, &c., propter aſcendentes poteſtates ejuſdem x, evadunt admodum exiguæ, & reſpectu termini $\frac{RRx}{IR-II}$ pro nullis haberi poſſint.

COROLL. II.

Quinetiam, ſi ſtatuas $NG = y$, erit $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$, circiter. Etenim eſt $NGq = BG \times \overline{BC + CG}$, ſive $= BG \times 2BC$ proximè, hoc eſt, $yy = 2ax$ ferè, vel $\frac{yy}{2a} = x$, & ſubſtituendo $\frac{yy}{2a}$ pro x in valore ipſius KF, emerget $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$.

COROLL. III.

Hinc errores KF ſunt ut ſagittæ GB, vel ut quadrata ſemichordarum NG.

CO-

* Pag. 163. hujus.

De Curvarum Refractionibus.

COROLL. IV.

Si Radius ANK detur poſitione, & paralleli alicujus, axíque proprioris & ad alteras axis partes incidentis, Radii an refractus nk ducatur, ſecans axem in k, & hunc refractum NK in Q, & ad axem demittatur normalis Qo; linea Ko evadet omnium maxima, ubi Radius an duplo minùs diſtat ab axe circiter, quàm Radius alter AN. Demiſſâ enim ad axem normali ng, ponatur $ng = v$; K$o = s$; GK $= f$; & KF $= b$; &, per Corol. III. hujus, erit yy. vv::KF. Fk. Adeòque $k\text{F} = \frac{bvv}{yy}$, quo à KF ſubducto, reſtat $\frac{byy - bvv}{yy} = \text{K}k$.

Præterea eſt GK. GN::Ko. Qo; adeòque Q$o = \frac{ys}{f}$: Item gn. GK ($= gk$ proximè,)::Qo. ok; quare $ok = \frac{ys}{v}$. Huic adde Ko, & iterum prodit $\text{K}k = \frac{vs + ys}{v}$ Quamobrem eſt $\frac{vs + ys}{v} = \frac{byy - bvv}{yy}$, factâque diviſione per $v + y$, & reductâ æquatione, prodit $s = \frac{bvy - bvv}{yy}$.

Jam, ut maximus s inveniatur, multiplica terminos, juxta methodum Huddenii, per dimenſiones quantitatis indeterminatæ v; & emerget $o = \frac{bvy - 2bvv}{yy}$, ſive $y = 2v$; hoc eſt, NG $= 2ng$.

COROLL. V.

Et hinc Ko, ubi maximum eſt, æquatur quartæ parti ipſius KF, circiter; nam, in valore ipſius s jam ante invento, ſi ſcribas $2v$ pro y, exoritur $\frac{1}{4}b = s$.

CO-

Digitized by Google

COROLL. VI.

Eſt etiam $oQ = \frac{Ry^3}{8Iaa}$. Nam, eſt GK ($=$BF proximè). GN :: Ko. oQ; hoc eſt, $\frac{{}^{*}Ra}{R-I}$. y :: $\frac{RRyy}{8IRa - 8IIa}$ ($=\frac{1}{4}$KF). $\frac{{}^{**}Ry^3}{8Iaa}$.

COROLL. VII.

Si arcus BM ſumatur æqualis BN, & Bm $=$ Bn, ac Radii ad puncta M & m refracti ducantur ſibi occurrentes in P; conſtat eſſe ſpatium PQ $= \frac{{}^{\dagger}Ry^3}{4Iaa}$, duplum nempe ipſius oQ; & præterea conſtat, refractos omnium Radiorum in ſphæricam ſuperficiem inter N & M cadentium, convergere in ſpatium hocce PQ; & idem PQ eſſe minimum circulare ſpatium, in quod poſſent omnes congregari; adeòque focum eſſe, ſeu locum imaginis objecti, parallelos Radios in Lentem, ad uſque limites M & N apertam, ejaculantis. Scilicet nulli Radii poſſunt tranſilire hoc ſpatium; quia, cùm oQ ſit in datâ ratione ad Ko; eritque oQ ſimul maximum, adeòque punctum Q omnium verſùs F jacentium remotiſſimum ab axe, in quo Radius quiſquam concurrit cum externo Radio NK; neque poſſunt in minus ſpatium congregari, quia Radii nk & mk ſecant externos Radios in ipſiſſimis punctis P & Q, quibus ſpatium PQ terminatur.

COROLL. VIII.

Si circuli NBM apertura augeatur vel minuatur, error lateralis PQ erit ut y^3, ſive ut cubus latitudinis aperturæ NM. Item ſi, immutatâ aperturâ, mutetur circuli magnitudo, error PQ; erit reciprocè ut aa, ſive ut CBq; adeòque ut BFq; ſiqui-

$^{*}\frac{Ia}{R-I}$ $^{**}\frac{RRy^3}{8IIaa}$ $^{\dagger}\frac{RRy^3}{4IIaa}$

ſiquidem CB & BF ſint in datâ ratione: ſin verò & circuli magnitudo & apertura mutetur, erit error ille PQ ut $\frac{y^3}{aa}$, ſive ut $\frac{NM\ cub.}{BF\ quad.}$, quemadmodum ex $\frac{*Ry^3}{4laa}$ valore ipſius PQ conſtare poteſt. De Curvarum Refractionibus.

SCHOLIUM.

Eodem ferè modo, quo Radiorum parallelè incidentium errores KF & PQ determinavimus, conſimiles divergentium, vel convergentium, errores, licèt calculo difficiliori, determinari poſſunt.

PROP. XXXII.

Si Radii, ſive paralleli, ſive verſus commune aliquod punctum inclinati, ſe Sphæræ objiciant refringendos, refractorum extra axem ſibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concurſum determinare.

In *Fig.* 59. ſit AN incidens Radius; NK refractus ejus; & NV in plano trianguli ANK recta linea tangens Sphæram ad N. Ad AN duc NR perpendicularem & occurrentem axi AC in R; nec non RV parallelam & occurrentem tangenti NV in V. Item, ad NK duc NQ perpendicularem; & VQ parallelam convenientes in Q: & age QC occurrentem NK in Z; eritque Z concurſus Radiorum ipſi AN viciniſſimorum. Sit enim A*n* alius ex incidentibus priori AN infinitè vicinus, & occurrens NR in G. Age *n*Z occurrentem NQ in H; & ad AN, & NK, è C centro Spheræ demitte normales CD, & CE, occurrentes A*n*, & *n*Z, in *d*, & *e*. Jam, cùm AN ſupponatur infinitè vicinus A*n*, arcus infinitè parvus N*n* pro rectâ coincidente cum tangente NV haberi poteſt, ac triangula NG*n*, NRV; & NH*n*, NQV pro ſimilibus. Quare eſt DC. D*d* : : (NR. NG : : NV. N*n* : : NQ. NH : :) EC. E*e*. unde, diviſim & alternatim, DC. EC : : *d*C. *e*C. Eſt autem DC ad EC ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Re- TAB. XII.

$* \frac{RRy^3}{4llaa}$

Digitized by Google

fractionis, propterea quod NK ſit refractus ipſius AN, adeòque etiam dC eſt ad eC ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis. Et proinde, cùm anguli D A d & EZe ſint infinitè parvi, atque adeò Cd ad An & Ce ad nZ perpendiculares, vel ſaltèm perpendiculis æquipollentes, erit nZ refractus ipſius An. Q. E. D.

COROLL. I.

Eſt ND. NE : : (ſive NP. NF : :) NR. NQ. Nam, actâ NC, propter triangula NRV, & NDC; NEC, & NQV ſimilia, eſt ND. NR : : (NC. NV : :) NE. NQ; &, alternè, ND. NE : : NR. NQ.

Hinc promptior emergit Problematis reſolutio, nempe ad Radios AN, NK erige normales NR, NQ, quorum NR axi AC occurrat, & NQ ſit ad NR ut NF ad NP. Dein age QC, quæ cum NK in quæſito puncto Z conveniet. *

COROLL. II.

Eſt etiam $AN \times DC \times NE$. $AD \times EC \times ND$: : NZ. EZ; nam, eſt AD. AN : : DC. NR, & inde $NR = \frac{AN \times DC}{AD}$. Item ND. NE : : NR. NQ, & inde $NQ = \frac{AN \times DC \times NE}{AD \times ND}$. adeòque $AN \times DC \times NE$. $AD \times EC \times ND$: : (NQ. EC : :) NZ. EZ.

COROLL. III.

Si punctum radians A infinitè diſtet, ſive parallelos Radios ejaculetur, poſito I. R : : ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, erit $I \times NF$. $R \times NP$: : NZ. EZ. In hoc enim caſu, AN & AD, cùm ſint infinitè longæ, pro æqualibus haberi debent. Atque adeò, per Coroll. II. hujus, erit $DC \times NE$. $EC \times ND$: : NZ. EZ. Sed, ex hypotheſi, eſt DC. EC : : I. R; & proinde $I \times NE$. $R \times ND$: : (NZ. EZ : :) $I \times NF$. $R \times NP$. Ceterùm de his vide plura in Lectionibus Dris. Barrow Note-

* Vid. Barrow Lect. Opt. L. XIII. Art. 26.

De Curvarum Refractionibus.

Notetur autem 1°., quòd, mutatis mutandis, reſolutio Problematis cuicunque caſui facilè accommodatur, ſive Radii incidentes divergant à puncto aliquo, vel ad idem convergant, vel incidant paralleli.

2°. Cum è radiis huic ANK proximis, qui jacent in plano ANK, conveniant in Z; qui verò in conicâ ſuperficie, per revolutionem trianguli ANK circa latus AK generatâ, jacent, conveniant in K; erit maxima Radiorum ipſi ANK undique proximorum conſtipatio circa medium ſpatii KZ, puta, ad Y; & proinde Oculo in lineâ NK ultra K conſtituto, ſenſibilis Imaginis objecti A, per Refractionem ſphæricæ ſuperficiei BN viſi. locus erit ad Y, vel ſaltem intra limites K, & Z; nam locus ille non præciſè definitur.

3°. Cum Radii pluribus ſuperficiebus ſucceſſivè refringuntur, ut vicinorum poſt omnes Refractiones concurſum determines, primò quære concurſum poſt primam Refractionem; deinde concurſum eorundem poſt ſecundam, tanquam ſi primariò effluxiſſent è puncto præcedentis concurſûs; & ſic deinceps, ut ad Prop. XXIX. dictum fuit.

PROP. XXXIII.

Radiis in quamcunque curvam ſuperficiem incidentibus, refractorum ſibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concurſum deſignare.

In *Fig.* 59. finge BNP jam non Sphæram, ſed aliam quam- TAB. XII.
cunque Curvam referre; ſitque A commune punctum, ſeu concurſus, incidentium Radiorum; AN aliquis ex incidentibus; NK refractus ejus; & NC perpendicularis Curvæ ad punctum refringens. In hac NC quære interſectionem proximi alicujus perpendicularis, (qualis *n*C,) ad aliud proximum punctum refringens inſiſtentis, * (id, quod alibi docebitur,) ſitque iſta interſectio C. Jam, ductâ AC, demitte ad Radios AN, NK nor-

* In Tract. de Fluxionibus ab Auctore noſtro A. D. 1665, 1666, &c. ſcriptis. Vide Tom. I. *Opuſc. II.*

Digitized by Google

Pars I Sectio IV. normales CD, CE; ac erige NR, NQ, quorum NR occurrat AC in R; ſitque NQ ad NR ut NE ad ND, & acta QC conveniet cum refracto NK in deſiderato proximorum refractorum concurſu Z. Probatur ad modum præcedentis Propoſitionis, & huic etiam conſimilia Corollaria, & Notæ competunt.

PROP. XXXIV.

Figuram determinare, quæ Radios homogeneos, ſive parallelos, ſive ad commune aliquod punctum terminatos, ita refringet, ut refracti omnes ad aliud datum punctum accuratè conveniant.

TAB. XII. In *Fig.* 60. ſit A concurſus incidentium Radiorum, & Z refractorum; ac punctum aliquod B in rectâ AZ pro vertice Curvæ ad arbitrium ſumatur. Ab illo B capiantur in lineâ BZ, verſùs medium denſius, BG cujuſvis longitudinis, & BR in ratione ad BG quam habet ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ. Centríſque A & Z, & intervallis AG & ZR, deſcribantur circuli ſe interſecantes in N; & ipſius N locus erit Curva, quæ deſideratam Refractionem peraget.

Quod ut pateat, producatur AN ad S, ut ſit NS. NZ :: BG. BR; & ad NS, & NZ erigantur perpendiculares ST, & ZT concurrentes in T, & acta NT curvam tanget in N, * ut ex methodo ducendi tangentes alibi expoſitâ conſtabit. Jam, cùm NS, & NZ ſint ut BG, & BR, hoc eſt, ut ſinus Incidentiæ & Refractionis; & reſpectu ſinûs totius, ſive ſemidiametri NT, ſit NS ſinus anguli NTS, qui æquatur angulo Incidentiæ Radii AN; & NZ ſinus anguli NTZ, qui æquatur angulo Refractionis Radii NZ: patet eſſe NZ refractum ipſius AN. Q. E. D.

Nota 1°., poteſt etiam Curva huic uſui inſerviens deſcribi, quæ per datum quodvis punctum B extra axem AZ poſitum tranſibit; ſcilicet, in *Fig.* 61., agantur AB, & ZB, & in ipſis capiantur BG, & BR in ratione ſinuum Incidentiæ, & Refractionis. Et Centris A, & Z, ac Intervallis AG, & ZR deſcribantur circuli concurrentes in N, erítque N ad Curvam, quam oportet deſcribere. 2°. Præ-

TAB. XIII.

* In eodem Tract. de Fluxion.

Fig. 56. Fig. 57.

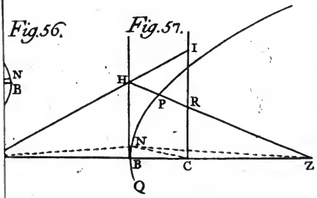


Fig. 58.

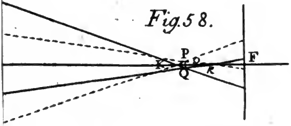


Fig. 59.

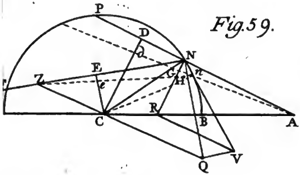
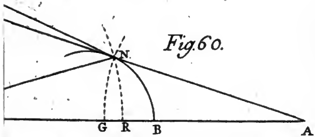


Fig. 60.



Digitized by Google

Digitized by Google

2°. Præfata Problematis reſolutio, mutatis mutandis, ſe ad omnes caſus extendit, ſive incidentes, aut refracti Radii convergant, divergant, vel exiſtant paralleli; ſive Refractio fiat è rariori medio in denſius, vel è denſiori in rarius. Et quidem, ſi Radii ex neutrâ parte paralleli ſint, id eſt, ſi punctorum A & Z neutrum ſit ad infinitam diſtantiam, Curva BN erit aliqua quatuor ellipſium, quas CARTESIUS in hunc uſum in Geometriâ deſcripſit; Sin alterutrum infinitè diſtet, ita ut Radii punctum illud reſpicientes evadant paralleli, Curva erit conica ſectio, uti notum eſt: Et in hoc caſu, circulus RN, vel GN, propter infinitam centri diſtantiam, evadet recta linea, ipſi AZ ad R, vel G perpendicularis. De Curvarum Refractionibus.

LEMMA X.

E parallelis Radiis ad circulum refractis, Radium illum determinare, cujus pars circulo incluſa datam habeat rationem ad partem refracti ejus eidem circulo incluſam.

In *Fig.* 62. ſit AN Radius incidens; NK refractus; NP, & NF, partes eorum circulo incluſæ; CD, & CE perpendicula ad iſtas partes è centro circuli demiſſa; & BC ſemidiameter acta parallela ipſi AN; ſitque CD. CE : : I. R; & NP. NF : : *p. q.* His poſitis, ut innoteſcat punctum N, quod Radios AN, & NK, determinat, erige ad BC normalem BX, cujus quadratum ſit ad BC quadratum, ut $\frac{qq-pp}{pp}$ ad $\frac{II-RR}{II}$, & acta CX ſecabit circulum in deſiderato puncto N. Eſt enim, ex hypotheſi, *p. q* : : (NP. NF : :) ND. NE; & I. R : : CD. CE; quare $\frac{q}{p}$ ND $=$ NE; & $\frac{R}{I}$ CD $=$ CE. Porrò, cùm ſit $NDq+CDq$ $(=NCq) = NEq+CEq$, aufer hinc inde $NDq+CEq$, & reſtabit $CDq-CEq=NEq-NDq$, hoc eſt, ſubſtituendo valores ipſarum CE, & NE, modò inventos, $CDq - \frac{RR}{II} CDq = \frac{qq}{pp} NDq - NDq$, &, factâ reductione, TAB. XIII.

 II—

Pars I. Sectio IV. $\frac{II - RR}{II}$ CDq $= \frac{qq - pp}{pp}$ NDq; quo in proportionalitatem reſoluto, fit $\frac{qq - pp}{pp}$. $\frac{II - RR}{II}$: : (CDq. NDq : :) BXq. BCq. Q. E. D.

PROP. XXXV.

Sole Sphæram pellucidam illuſtrante, Radiorum ejus, poſt unam Reflexionem emergentium, maximam ad axem inclinationem determinare.

TAB.XIII. In *Fig.* 63. ſit BNK Sphæra propoſita; BCQ diameter, ſive axis incidentibus Radiis parallelus; AN aliquis ex incidentibus; NF refractus ejus; FG reflexus, & GR denuo refractus, & quærendus erit maximus angulorum, quos RG cum axe BQ poteſt conficere. In quem finem advertendum eſt, quòd in eo ſolo caſu, ubi RG maximè inclinatur ad BQ, Radii ipſi AN viciniſſimi poſſunt emergere paralleli ad RG. Nam, in aliis caſibus, ex emergentibus Radiis ſibi viciniſſimis alii magis, alii minùs continuò inclinantur ad BQ; adeòque aliquantulùm inclinantur ad ſe invicem. Advertendum eſt præterea, quòd Radii emergent paralleli, qui conveniunt ad punctum Reflexionis. Duc enim Radium *an* ipſi AN parallelum, & quamproximum; ſitque ejus refractus *nf*; reflexus *fg*; ac iterum refractus *gr*; &, punctis F, & *f* coincidentibus, cùm anguli NF*n*, & GF*g*, ſint æquales, & Refractiones ad N, *n*, & G; *g*, ſimiles, emergentes Radii GR, & *gr*, æquè paralleli erunt ac incidentes AN, & *an*.

Quærendus eſt itaque Radius AN, cujus refractus cum refracto viciniſſimi Radii *an* concurrit ad F. Et quidem, per Coroll. III. Prop. XXXII.*, (demiſſis à centro Sphæræ ad Radios normalibus CD, & CE, poſitoque I. R : : CD. CE,) ſi Radii iſti ad quodvis punctum Z concurrant, erit $I \times NF$. $R \times NP$: : NZ. EZ : : NF. EF (puncto nempe Z ad ipſum F, juxta hypotheſin, cadente) : : 2. 1. Quare $I \times NF = 2R \times NP$; & I. 2R : : NP. NF. Datur itaque ratio NP ad NF, & inde, per

* Pag. 107. hujus.

Lem.

Lem. X., dabitur punctum N. Scilicet ad verticem circuli ducatur tangens BX, cujus quadratum ſit ad quadratum ſemidiametri BC, ut 4RR — II ad II — RR, & agatur CX; hæc enim circulo occurret in N, & ex invento N cetera nullo negotio determinantur. De Curvarum Refractionibus.

COROLL. I.

Hinc ſit 3RR. II — RR :: CNq. NDq. Cùm enim ſit 4RR — II. II — RR :: BXq. BCq, componendo erit 3RR. II — RR :: (BXq + BCq = CXq. BCq ::) CNq. NDq.

COROLL. II.

Eſt & I. 2R :: ND. NE. Nam, ſupra fuit I. 2R :: NP. NF, & ex his expeditior evadit Problematis reſolutio.

SCHOLIUM.

Unà cum maximâ inclinatione Radii RG, datur maximus arcuum FQ, ad refractos NF terminatorum. Nam, angulus FCQ, quem FQ ſubtendit, eſt æqualis angulo, quem CF, & AN comprehendunt; hoc eſt, æqualis dimidio anguli, quem RG, & AN, vel BQ comprehendunt: & proinde arcuum FQ, æquè ac angulorum ab RG, & BQ comprehenſorum, maximus eſt, qui Radio AN in punctum jam inventum incidente definitur.

PROP. XXXVI.

Sole Sphæram pellucidam BNP (Fig. 63.) *illuſtrante, Radiorum ejus poſt duas Reflexiones emergentium minimam ad axem inclinationem determinare.* TAB.XIII.

Sint AN, & *an* Radii duo incidentes ſibi quamproximi, qui, poſt duas reflexiones in F, *f*, & G, *g*, emergant ſecundùm HS, & *hs*. Et, manifeſtum eſt, quòd in eo ſolo caſu, ubi angulus acutus, quem BQ, & SH comprehendunt, minimus eſt,

Radii

Pars I. Sectio IV. Radii illi HS, & *bs* poſſunt eſſe paralleli, uti ſupra de Radiis GR, & *gr* dictum fuit; &, ubi hoc accidit, Radius etiam FG ad *fg* parallelus erit. Unde 2 arc. F*f* = (arc. F*f* + G*g* = arc. FG — *fg* = arc. NF — *nf* =) arc. N*n* — F*f*. Adeòque 3 arc. F*f* = arc. N*n*; &, cùm NF dividatur in Z in ratione iſtorum arcuum, ut patet, erit NZ = 3 ZF = 3 EZ. Cùm itaque, per Coroll. III. Prop. XXXII. *, ſit I×NF. R×NP : : NZ. EZ : : 3. 1, erit I×NF = 3R×NP, ſive I. 3R : : NP. NF. Datur itaque ratio NP ad NF; & inde, per Lem. X. dabitur punctum N; ducendo nempe BX, quæ circulum tangat in vertice B, & cujus quadratum ſit ad BC quadratum ut 9RR — II ad II — RR, & agendo CX, quæ occurret peripheriæ in N. Invento autem N, cetera facilè determinantur.

COROLL. I.

Hinc eſt 8RR. II — RR : : CNq. NDq. Nam, 9RR — II. II — RR : : BXq. BCq, &, componendo, 8RR. II — RR : : CXq. BCq : : CNq. NDq.

COROLL. II.

Eſt etiam I. 3R : : ND. NE; utpote, cùm ſupra fuerit I. 3R : : NP. NF.

SCHOLIUM.

Ad eundem modum maxima Radii KT, poſt tres Reflexiones emergentis, inclinatio ad axem, juxtà ac maximus arcuum QG inveſtigabitur. Scilicet, in eo caſu FG, & *fg* convenient ad G, eritque arc. F*f* = (arc. FG — *f*G = arc. NF — *nf* =) N*n* — F*f*; &, inde, 2 arc. F*f* = arc N*n*, & NZ = 2ZF, adeòque 4. 1 : : NZ. EZ : : (per Coroll. III. ad Prop. XXXII *) I.×NF. R×NP; ſive, I. 4R : : NP. NF; &, proinde, per Lem.

* Pag. 170. hujus.

Lem. X*, 16RR—II. II—RR : : BXq. BCq; unde conſectatur eſſe 15RR. II—RR : : CNq. NDq; & I. 4R : : ND. NE.

De Curvarum Refractionibus.

Atque ita, ſi Radii, poſt quatuor Reflexiones emergentis, inclinatio minima deſideratur, determinabis faciendo ut ſit 25RR —II. II—RR : : BXq. BCq; vel, 24RR. II—RR : : CNq. NDq. Et I. 5R : : ND. NE; & ſic præterea in infinitum.

Tranſactis Refractionibus homogeneorum Radiorum, jam reſtat ut heterogeneos conferamus. De horum ad plana Refractionibus paulò fuſiùs agebamus, ut eò Priſmatum, (quorum uſus in experimentis faciendis poſthac erit frequentiſſimus,) affectiones innoteſcerent. Præcipuum verò, quod circa curvas ſuperficies jam determinandum occurrit, eſt quantitas erroris Radiorum, à quo oritur confuſio, ſive indiſtincta viſio objectorum, quæ in Teleſcopiis per nimiam vitri, objectum reſpicientis, aperturam evenire ſolet. Et in hunc finem, cùm præmiſſa ſit Prop. XXXI., unde errores innoteſcunt, qui in ſphæricis ſuperficiebus per ineptitudinem figuræ efficiuntur: ſequentem jam ſubjungimus, quà errores ex inæquali Refrangibilitate diverſorum Radiorum orti, determinari poſſunt.

PROP. XXXVII.

Heterogeneis Radiis in Sphæram incidentibus, errores ex inæqualibus Radiorum ſimiliter incidentium Refractionibus progenitos determinare.

E puncto A (*Fig.* 64.) in Sphæram NBM centro C deſcriptam, incidant ſecundùm lineam aliquam AN Radii duo maximè difformes; quorum refracti ſunt NF, & N*f*, axi occurrentes in F, & *f*; & in illos demittantur perpendicula CI, CP, & CT. Jam, ſi accurata reſolutio deſideretur, Refractiones Radiorum NF & N*f* ſeorſim computandæ ſunt; ſed, cùm arcus NM ponatur admodum exigua portio circuli, veritatem quamproximè aſſequemur, aſſumendo angulos CNI, CNP, & CNT ferè eſſe ut

TAB.XIII.

* Pag. 173. hujus.

Digitized by Google

Part I. Sectio IV. eorum ſinus. Sit ergo I communis ſinus Incidentiæ; P ſinus Refractionis Radiorum maximè refrangibilium; ac T ſinus ille minimè Refrangibilium. Erit ang. CNI ad ang. CNP : : I. P, & ang. CNP ad ang. CNT : : P. T; ac, diviſim, ang. INP ad ang. CNP : : P — I. P; & ang. CNP ad ang. PNT : : P. P — T; &, ex æquo, ang. INP ad ang. PNT : : P — I. P — T.

Sume jam arcum BM æqualem arcui BN, & Radiorum ſecundùm AM incidentium duc refractos MF, M*f*, prioribus occurrentes in V, & X. Age VX, & produc donec occurrat incidentibus Radiis ad G & H; & patet VX eſſe latitudinem minimi ſpatii, in quod omnes Radii congregari poſſunt. Eſtque GX. VX : : (ang. GNX ad ang. VNX proximè : : ang. INP ad ang. PNT : :) P — I. P — T; & GH+VX (2GX). VX : : 2P — 2I. P — T; ac, diviſim, GH. VX : : P+T — 2I. P — T. Unde, datis P, T, I, dabitur ratio GH ad VX.

Ex. gr. Cùm ſupra determinaverim, quòd ad vitrum aeri conterminum ſit I. P : : $44\frac{1}{2}$. $69\frac{1}{2}$, & I. T : : $44\frac{1}{2}$. $68\frac{1}{2}$ *; ſi aſſumatur $I = 44\frac{1}{2}$, erit $P = 69\frac{1}{2}$, ac $T = 68\frac{1}{2}$, & $P + T - 2I = 49$, $P - T = 1$; adeòque GH. VX : : 49. 1, circiter.

SCHOLIUM.

Ope hujus & Prop. XXXI **, errores homogeneorum Radiorum, qui in ſphæricis ſuperficiebus per figuræ ineptitudinem obveniunt, cum heterogeneorum erroribus conferri poſſunt; & conſtabit hoſce longè majores eſſe in parvis Sphærarum portionibus: Atque adeò heterogeneitatem Lucis, & non ineptitudinem figuræ ſphæricæ, in cauſâ eſſe, quòd Teleſcopia in majorem perfectionis gradum nondum promota habeamus.

TAB XII. & XIII. Concipiamus *ex. gr.*, quòd NMB, in *Figuris* 58 *&* 64, referat objectivum vitrum Teleſcopii, cujus anterior ſuperficies NM plana ſit, eò ut Radios in poſteriori, ſeu ſphæricâ, ſuperficie NBM ſolummodo refringat; & ponamus CB ſemidiametrum hujus Sphæræ eſſe 10 pedes, ut Teleſcopium ferè 20 pedes, ſive 240 digitos, longum conficiat, ſitque apertura NM 2 dig., quanta

* Pag. 115. §. XXXVIII. hujus. ** Pag. 165. hujus.

quanta maxima, cum viſione ſatis diſtinctâ, adhibeatur in hujuſmodi Teleſcopiis, quæ objectum quaſi 70 vel 80 vicibus ampliant; & ſinus Incidentiæ ſit ad ſinum Refractionis, in confinio vitri & aeris peractæ, ut 11 ad 17, circiter, prout ſupra determinavimus (¹). His poſitis, ſcribendum eſt 120 pro a; 1 pro y; 11 pro I; & 17 pro R; in valore ipſius PQ, quem exhibuimus in Coroll. VII. Prop. XXXI. (²), hoc eſt, in termino $\frac{{}^{*}Ry^3}{4Iaa}$, & emergit $\frac{{}^{**}17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 120 \times 120}$ ſive $\frac{17 \text{ dig.}}{633600} = PQ$; éſtque hic error lateralis homogeneorum Radiorum, ortus ab ineptitudine figuræ ſphæricæ. Præterea, concipiamus Radios AN, & AM in *Fig. 64.* eſſe parallelos Axi, & erit GH = NM = 2 dig., adeòque VX, error nempè lateralis heterogeneorum ab invicem in eodem loco concurſûs erit $\frac{2}{49}$ dig.. Confer jam hos errores, & patebit VX eſſe ad PQ, (ſeu $\frac{2}{49}$ ad $\frac{{}^{\dagger}17}{633600}$,) ut [a] 1267200 ad [b] 833, ſive ut [c] 1521 ad 1, circiter.

De Curvarum Refractionibus.

TAB.XIII.

Adeòque VX eſſe quaſi [c] mille & quingentis vicibus majorem quàm PQ; tanta ſanè diſproportio, ut PQ reſpectu VX pro nullo haberi poſſit. Error quidem VX, cùm ſit $\frac{2}{49}$ dig., tantus eſt, ut mirer, quòd objecta per hujuſmodi Teleſcopia tam diſtinctè videri poſſint. Sed alterius generis error PQ, ſive $\frac{{}^{*}17}{633600}$ dig., id eſt, $\frac{{}^{**}1}{37271}$ dig., circiter, longè minor eſt, quàm qui poteſt eſſe ſenſibilis, & proinde negligendus; & indiſtincta viſio erroribus ex heterogeneitate Lucis exortis ſolummodo tribuenda. Et hinc patet perfectionem Teleſcopiorum non è conicis Sectionibus petendam eſſe, ſed figuras ſphæricas huic uſui æquè inſervire poſſe. In Microſcopiis quidem errores homogeneorum

Z 2 Ra-

(1) Pag. 105. § XXX. hujus. (2) *Pag.* 168. hujus.

$\frac{{}^{*}RRy^3}{4IIaa}$. $\frac{{}^{**}17 \times 17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 11 \times 120 \times 120}$ ſive $\frac{289 \text{ dig.}}{6969600} = PQ$.

$\frac{{}^{\dagger}289}{6969600}$. [a] 13939200. [b] 14161. [c] 984. $\frac{{}^{*}289}{6969600}$. $\frac{{}^{**}1}{24116}$.

Radiorum, ex ſphæricâ ſuperficie vitri objectivi, propter aperturam benè magnam, enormes oriuntur & admodum ſenſibiles; adeò ut illa vitra, ſi ſecundùm conicam aliquam Sectionem debitè formarentur, paulò perfectiora evaderent. Sed † methodus tamen me non latet corrigendi errores illos abſque conicis Sectionibus, & efficiendi ut vitra è ſphæricis ſuperficiebus formari poſſint, quæ Radios homogeneos ſatis accuratè refringent, ne dicam, quæ longè accuratiùs refringent obliquos Radiorum penicillos, quàm vitra aliis quibuſcunque figuris terminata; adeò ut ſphæricas ſuperficies uſibus dioptricis, præ ceteris omnibus accommodatas eſſe cenſeam.

† Nempe ſi perſpicillorum vitra objectiva ex vitris duobus ſphæricè figuratis & aquam inter ſe claudentibus conflentur. Vide NEWTONI *Princip.* Schol. ad Prop. ult. Lib. I. Et *Opt.* Prop. VII. Part. I. Lib. I.

OPTICÆ

Fig. 61.

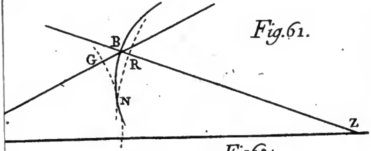


Fig. 62.

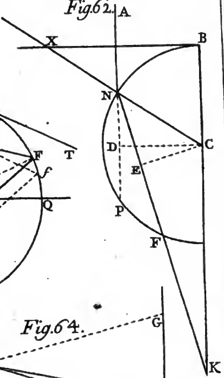


Fig. 63.

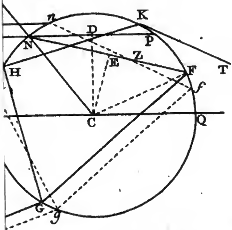
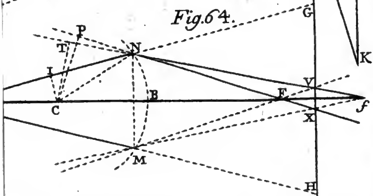


Fig. 64.



Digitized by Google

Digitized by Google

OPTICÆ
PARS SECUNDA.
DE
COLORUM ORIGINE.

SECTIO I.

Exponitur Doctrina de Coloribus, & per Experimenta Priſmatis prolatur.

QUI in fabricandis Teleſcopiis occupati ſunt, de Coloribus conqueruntur, quibus objecta, dum vitris iſtis mediantibus aſpiciuntur, tingi ſolent; quíque eò magis augentur & apparent, quò vitrum oculare ex Sphæris minoribus efformatur; vel etiam, quò vitrum objectivum majori latitudine Radiis intrantibus patet. Unde, duplici incommodo implicati, impediuntur, ne Perſpicilla ad optatum perfectionis gradum perducant;

Digitized by Google

tum quòd oculare vitrum ultra certos gradus parvum ad objecta magis amplianda nequeant adhibere, tum quòd vitrum objectivum ultra certos limites aperire nequeant, ad objecta magis lucida & perſpicua reddenda. Qui gradus, vel limites, ſi non probè obſerventur, objecta Coloribus involuta reddentur, & multò minùs diſtincta, quàm ſi, vel minora cernerentur, ope vitri ocularis minùs convexi, vel minùs lucida, diminutâ Perſpicilli aperturâ. Jam, cùm iſtæ perfectiones præcipuæ ſint, quæ in Perſpicillis deſiderantur; nempe, ut objecta magis amplient, & reddant lucidiora: operæ pretium videtur in naturam Colorum inquirere; ut inveſtigemus tandem quid in cauſâ ſit, quòd ita appareant, & objecta reddant indiſtincta; hujus enim ignorantia quamplurimos labore non exiguo, ſed inani tamen, exercuit, dum, imperfectionem Teleſcopiorum à vitioſis vitrorum figuris ortam eſſe credentes, in iſtis meliori figurâ perpoliendis navarunt operam. At, ſi cauſam horum Colorum ſatis exploratam habuiſſent, ſimul innotuiſſet inæqualis diverſorum Radiorum Refrangibilitas; &, inde vitia Teleſcopiorum, non ab ineptitudine figuræ ſphæricæ ad Refractiones ritè peragendas, originem ducere conſtitiſſet. Quo benè intellecto, conatus ſuos proculdubio mutâſſent, & laboribus iſtis ſecundùm aliam methodum diſpoſitis, Opticam in gradum multò perfectiorem jam promotam haberemus.

Qui de Coloribus hucuſque diſſeruere, vel id nomine tenus fecerunt, ut Peripatetici; vel in eorum naturam & cauſas inquirere conabantur, ut Epicurei & alii recentiores. Quæ Peripatetici de hiſce tradidere, etſi vera forent, tamen ad noſtrum propoſitum nihil valerent: quippe, dum modum, quo generantur, & cauſas, unde fiunt tam varii, non attingant. Etenim illi, de originibus & variis rerum ſpeciebus diſputantes, pro cauſis, ex quibus ipſarum exiſtentiam & diſcrimen mutuantur, varias quaſdam formas aſſignarunt; verùm de particulari cujuſvis formæ cauſâ & ratione, ob quam differt ab aliis, haud unquam quicquam diſſeruere. Et ſic ea fecerunt miſſa, quorum explicatio videtur ſummum Philoſophorum officium; imò, quæ ſola mentem Scientiæ naturalis avidam explere poſſiut.

Atta-

De Radiorum Lucis Coloribus.

Attamen, ne mancam Philoſophiam tradidiſſe viderentur, effecerunt, ut ejuſmodi diſquiſitiones pro maximè abſurdis & ridendis habeantur; utpote, quæ ſupponunt formarum eſſe alias formas, & qualitates qualitatum. Itaque, cùm Lux definiatur eſſe qualitas, vel forma, quæ dat eſſe lucidum, non expectandum eſt, ut aliquid de ejus cauſis audiamus, vel quâ ratione ad varios Colores producendos fiat varia. Dicunt equidem, quòd plus Luminis quibuſdam Coloribus immiſcetur, quàm aliis: at hoc non ſufficit ad eorum productionem; tum, quòd nullus omnino Color ex Albedine & Nigredine ſolummodo mixtis, præter fuſcos intermedios, generatur; tum, quòd quantitas Lucis non mutat ſpeciem Coloris. Corpus enim rubrum, verbi gratiâ, ſemper apparet rubrum, ſive aſpiciatur in crepuſculo, ſive in meridie lucidiſſimo. Porrò autem ipſa definitio, quam attribuunt Coloribus, adeò non pandit eorum naturam, ut eos, ne nomine tenus, exprimat. Ait Ariſtoteles χρῶμα δὲ ἐστὶ τοῦ διαφανοῦς ἐν σώματι ὡρισμένῳ πέρας. Quæ ſuperficiei coloratæ potiùs, quàm Coloris, deſcriptio eſt. Illa enim dici poteſt extremitas perſpicua in corpore terminato. At Color plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride & Priſmate; in vitris, vel liquoribus perſpicuis & aliquo Colore leviter tinctis; in aquâ marinâ, quæ viridis, plurimum, apparet; qui tamen Color, non in extremitate aquæ, ſed per totam ejus craſſitiem, generatur; in aere, qui, licèt maximè perſpicuus & nullo corpore denſo terminatus, ſerenâ tamen nocte cæruleus apparet; & in flammâ, quæ non minùs perſpicua eſt & Luci pervia, quàm ipſe aer. Sic, cùm humores Oculi Colore aliquo tinguntur, omnia videntur eodem Colore tincta, licèt extremitas perſpicui ſit aliis Coloribus prædita. Et, cùm Solem nudis Oculis modò aſpexeris, luminoſa omnia deinceps videntur rubra, & nigra plerumque apparent cærulea; qui Color erit magis conſpicuus, ſi, clauſis Oculis, te in locum aliquem tenebroſiſſimum ſtatim conferas. Imò, premendo Oculum, Colores in tenebris excitare liceat; quis autem vocabit illos extremitatem perſpicui? Ceterùm non opus eſt ut has opiniones enixè refutem, quæ, etſi veræ eſſent, tamen non ſunt ſufficientes, neque propo-

ſito

Pars II. Sectio I. ſito meo adverſantur. Eſto enim Lux qualitas corporis lucidi; eſto Lumen actus perſpicui; & Color, ejus extremitas; & quicquid de illis dixerunt, eſto; abinde tamen haud concipi poterit, quo pacto Lux refringatur; unde Colores ſint varii; quid in cauſâ ſit, quòd in Perſpicillis apparent; & quâ ratione incommodum iſtud devitari poſſit.

Ad opiniones aliorum Philoſophorum quod attinet, dixerunt Colores, vel ex umbrâ Lucéque variè mixtis; vel ex contortione globulorum, aut eorum variis preſſionibus generari; vel denique ex variis modis, quibus medium quoddam æthereum vibratur, ſtatuentes Lucem productam eſſe ex impulſu vibrantis medii in retiformem tunicam delato. Extra oleas nimis vagarer, ſi has opiniones ſigillatim refutandas adortus eſſem: Nec opus eſt ut faciam, cùm omnes in communi quodam errore conſentiant; ſcilicet, quòd modificatio Lucis, quâ ſingulos Colores exhibet, ei non ſit inſita ab origine ſuâ, ſed inter reflectendum, vel refringendum, acquiratur. Inter Radios Lucis nullum contemplantur diſcrimen, priuſquam incidant in corpus aliquod colorificum; opinati tantùm, quòd, pro variâ diſpoſitione corporis iſtius, variis modis reflectuntur, vel refringuntur; &, pro ſpecie modificationis, quam ſic acquirunt, varia deinde Colorum phantaſmata ſpectantibus exhibent. Mixtura Lucis & umbræ, gyratio globulorum, vel varia vibratio medii, non ſupponuntur ineſſe Radiis antècedenter ad eorum Reflexiones, vel Refractiones; ſed per iſtas actiones generari creduntur. Quemadmodum & Peripatetici ſtatuunt Colores à corporibus originem ducere, quorum dicunt eſſe qualitates. Attamen contrarium eſſe verum ex ſequentibus abundè patebit. Invenio ſcilicet, quòd modificatio Lucis, unde Colores originem ſumunt, Luci connata ſit; & non oritur à Reflexione, neque à Refractione, neque à qualitatibus corporum, aut modis quibuſlibet, nec ab iis, vel deſtrui poteſt, vel ullo modo mutari.

Verùm, ut ſententiam meam diſtinctiùs proferam, invenio primò, quòd Radiis diverſè refrangibilibus competant diverſi Colores; maximè refrangibilibus, Purpura, ſive Violarum Color competit; & Rubor minimè refrangibilibus; atque mediocribus Viri-

Viriditas, vel potiùs, confinium viridis & vireſcentis cærulei. Cæruleus autem Purpuræ intercedit & Viriditati, flavúſque Viriditati & rubori. Adeòque Radii, prout ſunt plus plúſque refrangibiles, apti ſunt ad hos ordine Colores, *RUBRUM, FLAVUM, VIRIDEM, CÆRULEUM, & VIOLACEUM*, generandos, unà cum omnibus eorum ſucceſſivis gradibus & Coloribus intermediis. De Radiorum Lucis Coloribus.

Invenio præterea, quòd nullius Radiorum generis forma, ſive diſpoſitio colorifica, vel Refractione, vel aliâ quâcunque, (quam potuerim animadvertere,) cauſâ mutari poteſt; ſed unicum tantùm ſibi proprium Colorem unumquodque ſemper conſervat & exhibet, ſi modò à Radiorum diverſi generis miſturâ non conturbetur. Nam, Colores, qui Refractionibus generari videntur, non niſi difformium Radiorum miſturâ variâ, vel ſeparatione, fiunt.

Tertiò invenio, quòd Color albus & niger, unà cum cinereis, ſeu fuſcis intermediis, fiunt ex Radiis cujuſque ſpeciei confuſè miſtis; & ſimiliter, quòd ceteri omnes Colores, qui non ſunt ex primitivis, per varias horum Radiorum miſturas producuntur. Et inde non mirum eſt, ſi, difformibus Radiis per inæqualem Refractionem ſegregatis, diverſi Colores ex his de novo emergere videantur.

Quinetiam invenio, quòd primitivi Colores per miſturam Radiorum alterutrinque confinium exhiberi poſſunt. Viridis nempe ex flavo, & cæruleo; flavus ex adjacente viridi, citrióque; & ſic de aliis. Per Colores autem primitivos non tantùm quinque prædictos intelligo, ſed & quoſlibet alios, quibus exhibendis aptum datur aliquod uniforme Radiorum genus.

Invenio denique, quòd omnes omnium corporum Colores non aliunde generantur, quàm è diſpoſitione quâdam, quâ apta ſunt ut alios Radios reflectant, & intromittant alios. Sic, corpus rubrum eſt, quod Radios ad Rubedinem aptos reflectit maximè, & pleroſque ceteros intromittit; purpureum, quod Radios iſti Colori generando proprios reflectit, & intromittit alios: album verò, quod ferè omnes reflectit; & nigrum, quod omnes intromittit, pauciſſimis, ſed omnium tamen ſpecierum, Radiis repercuſſis.

Pars II. Sectio I.

Verùm, ne videar officii limites exceſſiſſe, dum naturam Colorum pertractare aggrediar, qui nihil ad Matheſin attinere cenſeantur; non abs re erit, ſi de ratione incepti hujus iterum commonefaciam: nimirum, tanta eſt inter proprietates Refractionum & Colorum affinitas, ut ſeorſim explicari nequeant. Qui alterutras ritè velit cognoſcere, ut alteras cognoſcat neceſſe eſt: & præterea, ſi de Refractionibus non agerem, & earum diſquiſitio non eſſet in cauſâ, quòd negotium de Coloribus ſimul explicandis inceptarem; tamen generatio Colorum tantam Geometriam complectitur, & eorum cognitio tantâ firmatur evidentiâ, ut vel ipſorum gratiâ poſſem aggredi, ſic limites Matheſeos nonnihil ampliaturus. Quemadmodum enim Aſtronomia, Geographia, Navigatio, Optica, & Mechanica pro Scientiis mathematicis habentur, licèt in iis agatur de rebus phyſicis, Cœlo, Terrâ, Navibus, Luce, & Motu locali: ſic, etiamſi Colores ad Phyſicam pertinent, eorum tamen Scientia pro mathematicâ habenda eſt, quatenus ratione mathematicâ tractantur. Imò verò, cùm horum accurata Scientia videtur ex difficillimis eſſe, quæ Philoſophus deſideret; ſpero me, quaſi exemplo, monſtraturum quantùm Matheſis in Philoſophiâ naturali valeat; & exinde, ut Geometras ad examen Naturæ ſtrictiùs aggrediendum, & avidos Scientiæ naturalis ad Geometriam priùs addiſcendam horter: ut, ne priores ſuum omnino tempus in ſpeculationibus humanæ vitæ nequaquam profuturis abſumant; neque poſteriores, operam præpoſterâ methodo uſque navantes, à ſpe ſuâ decidant. Verùm, ut, Geometris philoſophantibus & Philoſophis Geometriam exercentibus, pro conjecturis & probabilibus quæ venditantur ubique, Scientiam Naturæ ſummis tandem evidentiis firmatam nanciſcamur. Itaque ad inſtitutum redeo, de Coloribus ſecundùm præcedentes quinque Propoſitiones explicatis diſceptaturus.

PROP.

Digitized by Google

PROP. I.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Radiis diverſè refrangibilibus diverſi competunt Colores.

Quò primum comprobem, repetamus experimentum Priſmatis ſub initio propoſitum; nempe, Radii ſolares obtenebratum cubiculum ad foramen F (*Fig.* 65.) ingreſſi, à Priſmate ABC, quamproximè foramen iſtud intùs diſpoſito, refringantur, tendentes deinde verſùs oppoſitum parietem HI ad imaginem PT ibi depingendam; & imago illa, ut vulgo notum eſt, Coloribus tingetur, quorum rubeus ad extremitatem T à recto curſu minùs deviantem, & purpureus ad alteram procliviorem extremitatem P procidet; cæruleus autem, viridíſque, & flavus ad Q, R, & S, intermedia loca, cernentur. Conſtat itaque, quòd Radii maximè refracti Purpuram exhibent, & minimè refracti Ruborem, cæteríque, intermediam Refractionem paſſi, Colores in ordine præfinito intermedios. Sed in majorem evidentiam, tum doctrinæ de Radiorum diverſâ Refrangibilitate ſub initio propoſitæ, tum hujus doctrinæ, quòd certis Refrangibilitatis gradibus certi conveniant Colores, videamus è contra, an diverſi Coloris Radii diverſam Refractionem patiantur; hoc eſt, an Radii verſùs P tendentes Refractionem iterum majorem patiantur, quàm qui tendunt verſùs T; id, quod variis modis tentare liceat, quorum facillimum & maximè perſpicuum ſequentem exiſtimo. TAB.XIV.

Sume aliud Priſma *abc*, (*Fig.* 65.) & illud alicubi inter primum Priſma ABC, & imaginem PT, ita colloca, ut ſit illi Priſmati ABC tranſverſum, ſive parallelum imagini PT, Radióſque verſùs PT tendentes intercipiat, & alioverſum refringat, puta, verſùs *pt*. Hoc facto, imaginem *pt*, Refractionibus utriúſque Priſmatis ſic effectam, videbis, ut priùs, coloratam, ſed in alio tamen ſitu diſpoſitam; non parallelam imagini PT, ſed ſecundùm extremitates rubras manifeſtò convergentem. Jam, cùm Radii ad utroſque Colores, rubrum T, & purpureum P pertinentes, ſimiliter incidant in Priſma ſecundum *abc*, ſi eandem TAB.XIV.

Pars II. Sectio I. præterea Refractionem paterentur, imagines PT, & *pt* deberent eſſe parallelæ, & ideo, cùm non exiſtant parallelæ, ſed imaginis *pt* extremitas purpurea *p* longiùs ab alterâ imagine PT transferatur, quàm extremitas rubea *t*; neceſſariò concedendum eſt, quòd Radii ad extremitatem purpuream P tendentes magis refringantur, quàm qui tendunt ad extremitatem rubeam T: hoc eſt, quòd Radii generantes Purpuram apti ſunt, ut magis refringantur, quàm Ruborem efficientes; atque idem quoque de Coloribus intermediis eàdem ratione conſtabit, ſicut oſtendendum propoſui.

In experiendis hiſce notari poterit, quòd, quò viciniùs anteriori Priſmati ABC, ſive quò remotiùs à pariete HI collocetur Priſma poſterius *abc*, imagines *pt* & PT, eò magis ab invicem diſtantes, etiam ad ſe magis inclinabuntur; adeo ut angulum ſemirectum vel paulò minorem eo contineant, cùm Priſmata collocantur ad invicem viciniſſima; cujus rei ratio facillima eſt conſideranti, quòd diſtantiæ P*p* & T*t* ſunt in ratione quâdam datâ. TAB. XIV. Sic, *in Fig. 66*, ſi parallelæ P*p* ac T*t* ſint in ratione datâ, quò majores exiſtant, eò major erit inclinatio linearum omnium *pt*. Et hinc patet axes imaginum omnium productos convenire ad commune aliquod punctum cum axe ipſius PT.

Si fortè concurſus imaginum deſideretur, Radii OF à Sole directi eò uſque producantur, donec occurrant cum plano HI, in quod dictæ imagines projiciuntur, quemadmodum videre eſt ad X; id, quod fiet auferendo Priſma ABC, ut jubar per F trajectum rectà tendat ad X; & erit X locus, ad quem imagines PT & *pt* convergunt. Nam, quemadmodum Radii maximè refrangibiles cadunt in P ac *p*, & minimè refrangibiles in T & *t*, conficientes imagines oblongas PT ac *pt*, ſi alii præterea Radii darentur minùs adhuc refrangibiles, illi citra punctum T ac *t* in papyrum IH caderent, quo pacto imagines illæ paulò longiores evaderent, auctæ ſcilicet ad extremitates T ac *t*. Atque ita, ſi fingeremus Radios gradatim minùs, atque adhuc minùs, refrangibiles dari, uſque dum deventum eſſet ad Radios adeò pertinaces, ut non poſſent omnino refringi, illi Radii Priſmata ſine aliquâ Refractione pertranſeuntes, incidere deberent in ipſiſſimum punctum

ctum X, ad quod poſuimus Radios à Sole directè venientes tendere. Imagines itaque PT & *pt* ſic productæ convenirent ad X, & proinde ad idem X convergunt. Ceterùm, dubitari poteſt, an imagines illæ, ſi eò uſque producerentur dum convenirent ad X, forent accuratè rectæ, vel paululùm incurvatæ; neque iſtud, (cùm multi foret laboris & parvi momenti,) jam lubet determinare; ſufficit, quòd, ex obſervatione, quamproximè convergunt ad X.

De Radiorum Lucis Coloribus.

De hoc experimento ſub initio obſervabam, §. XXIII. *, quòd omnibus adverſatur objectionibus, quæ contra doctrinam de inæquali Refrangibilitate traditam proponi poſſunt; ex eo quod per tranſverſam Refractionem ſecundi Priſmatis conſtat inæquales Refractiones non eſſe fortuitas & irregulares, neque ex Radii cujuſque diffuſione vel dilatatione ortas eſſe, aut aliâ quâvis cauſâ, præter diſpoſitionem cujuſque Radii ad Refractionem in gradu aliquo certo & conſtante patiendam; quandoquidem cujuſque Refractio in utroque Priſmate ſecundùm illam legem peragitur. Addo jam, quòd exhinc etiam conſtat, Refractiones ſingulorum Radiorum ſecundùm eaſdem leges peragi, ſive commiſceantur cum Radiis aliorum generum, ut fit in albâ Luce, ſive ſeparatim refringantur, Luce priùs in Colores converſâ. Nam, experiri eſt, quòd ſimiles ſunt Refractiones poſterioris Priſmatis, cùm proximè collocatur poſt alterum Priſma, antequam Lux per id trajecta tranſmigret in Colores, atque cùm longiùs poſt illud Priſma ſtatuitur, ubi Lux evaſit colorata.

Si cui in poteſtate eſt inſtrumentum aliquod ad quantitates Refractionum accuratè menſurandas paratum, nullus dubito, quin iſtius etiam ope ſeorſim dimetiendo Refractiones diverſorum generum Radiorum, facilè obſervabit earum differentias, licèt ego prædictis, tanquam manifeſtiſſimis, acquieſcens, haud operæ pretium duxerim rem aliis modis experiri. Verùm, ut cuique magis pateat, quanta ſit prædictorum evidentia, quædam, quæ exinde ſcaturiunt notatu digniſſima, proferre non pigebit.

Sit F *f* (*Fig.* 67.) paries, vel operculum feneſtræ duobus foraminibus F & *f* Luci pervium, iiſque digitos duos ab invicem diſtan- TAB. XIV

* Pag. 94. hujus.

diſtantibus, & intus diſponantur duo Priſmata ABC, DEG, in ſitu ſibi invicem parallelo, & perpendiculari ad lineam F*f* per centra foraminum ductam; quæ duo Lucem ingreſſam refringunt ad imagines duas PT, & MN, in oppoſitum parietem projiciendas, ſimili prorſus modo, quo factum eſt in experimento priori; & præterea ſint anguli Priſmatum ACB, DGE, comprehenſi planis refringentibus, æquales; quibus ita conſtitutis videbis imagines PT, & MN, in directum jacentes cum extremitatibus earum T & M contiguis. Quod ſi non eveniat, ſitus unius è Priſmatibus parum mutandus eſt, donec extremitates contiguas eſſe cernas, vel fortè nonnihil coincidentes. Purpurâ M, & Rubore T ſic juxta poſitis, adhibeatur Priſma tertium *abc*, quod primis Priſmatibus & eorum imaginibus interponatur, in ſitu ad lineam F*f*, ſive ad imagines dictas PT, MN, parallelo; ita nempe, ut Radios utriuſque Priſmatis ABC, DEG, tendentes verſùs PT, & MN, pariter intercipiat, eóſque refringens aliò projiciat, quemadmodum ad *pt* & *mn*, adeò ut, quæ duobus Priſmatibus in priori ſpecimine facta ſunt, hìc videas facta tribus.

His ita paratis & conſtitutis, videbis imagines *pt*, & *mn*, ab invicem disjunctas eſſe, quæ priùs apud PT, & MN, fuerunt contiguæ & in directum poſitæ, ita quidem ut Purpura *m* in extremitate imaginis *mn* magis diſtet ab imaginibus primis PT & MN, quàm Rubor *t* in extremitate imaginis *pt*; id, quod nullo modo potuiſſet accidiſſe, niſi Radii, ad Purpuram gènerandam apti, aliquantò magis refringerentur ex Incidentiâ pari, quàm Radii generantes Rubedinem. Etenim, cùm Radii Coloris utriuſque pariter incidant in Priſma poſterius *abc*; pariter etiam emergerent, ſi æqualiter refringerentur; & exinde depingerent imagines *pt* & *mn* prioribus PT & MN parallelas & in directum jacentes. Dixi Radios utriuſque Coloris, (purpurei, rubeique,) pariter incidere in Priſma poſterius *abc*; quod ne moram injiciat alicui, concipiendum eſt, quòd Radii FT tantùm inclinantur verſùs extremitatem ejus *c*, quantùm alteri *f*M verſùs extremitatem alteram *ab*, & ſic incident pariter, ſive ad eoſdem angulos, licèt non paralleli. Si quis tamen velit efficere, ut incidant etiam paralleli,

ralleli, nihil aliud agendum eſt, quàm ut alterum è Priſmatibus anterioribus ABC, vel DEG, circa ſuum axem paululùm convertatur, donec inter T, & M, interiores imaginum extremitates, tanta intercedat diſtantia, quanta eſt inter foramina F&*f*, ſive quanta iſti rei ſufficiens videatur; imaginibus ad iſtam diſtantiam in directum jacentibus; & Priſmate ***abc*** deinceps interpoſito, facilè percipiet, quòd incidentes parallelè, emergent inclinati, tum quòd imagines non ampliùs in directum jacebunt, tum quòd Purpura M ad majorem diſtantiam transferetur, quàm Rubedo T. De Radiorum Lucis Coloribus.

Si tria Priſmata non præſtò ſint, experimentum jam recitatum duobus experiri poſſit, ídque modo magis expedito & facili. *S*it ABCDE (*Fig* 68.) Priſma, cujus unum latus planum ABDE papyro denigratâ tegatur, duobus parvis foraminibus F & *f* Luci perviâ, quorum foraminum ſitus eſto ad longitudinem Priſmatis tranſverſus. Tunc, Priſmate hoc ita diſpoſito, ut Radii permeantes iſta foramina terminentur in oppoſitum quoddam planum, puta, papyrum HI; transferatur iſta papyrus ultra citráque, donec videas imagines duas PT, & MN, contiguis extremitatibus in directum conjunctas, ut priùs; deinde, altero Priſmate ***abc*** interpoſito in ſitu ad alterum tranſverſo, videbis imagines illas PT, & MN, ad ***pt***, & ***mn***, ita tranſlatas eſſe, ut non ampliùs jaceant in directum, Rubedine ***t*** à T minùs remotâ, quàm Purpura ***m***, ſicut in prioribus contingebat. TAB.XIV.

Eſt & aliud ex eodem fonte derivatum ſpecimen, haud expertu difficilius, aut minoris evidentiæ. Priſmate ABC, (*Fig.* 69) juxta foramen F, ut priùs, collocato, ad diſtantiam convenientem, (veluti duodecim pedum,) ſtatuatur aliud Priſma ***abc*** in ſitu tranſverſo, reſpectu prioris, vel fortè parallelo, aut alio quovis pro arbitrio; ita tamen, ut anterius Priſma ABC Lucem refractam & coloratam projiciat in aliquod ex planis lateribus ***ac***; quod quidem latus obducatur papyro denigratâ, & exiguo foramine G per medium transfoſſâ, per quod aliqui ex Radiis ab anteriore Priſmate refractis tranſeant in hoc Priſma poſterius; ubi, cùm rurſus refracti fuerint, pergant ad papyrum HI TAB. XIV.

ab

ab inde decem pedibus, vel pluribus, diſtantem. Quibus ita conſtructis & diſpoſitis, in ſitu illo figantur papyrus HI, & poſterius Priſma *abc*. Denique præ manibus ſumatur anterius Priſma ABC, non ut moveatur è loco ejus, ſed ut motu tantum angulari nunc huc nunc illuc paululùm inclinetur, ut alios atque alios Colores ſucceſſivè trajiciat per foramen G in oppoſitam papyrum HI; & videbis, quòd Color quilibet diverſus ad locum diverſum perget. Veluti, cùm ea ſit poſitio Priſmatis ABC ut rubeum Colorem projiciat in G, ſi ponatur, quòd ille ab altero Priſmate *abc* refringatur ad T, tum, poſitione Priſmatis ABC paululùm mutatâ, inclinando circa axem donec Purpura cadat in G, videbis, quòd ille Color juxta obliquiorem tramitem refringetur, puta, ad P; & pari modo, ſi Color aliquis intermedius incidat in G, idem refringetur ad locum ipſis P & T interjacentem. Quamobrem, cùm Radii cujuſlibet generis pergentes à foramine F poſitione dato ad foramen G poſitione datum, & ideo ſimiliter incidentes in Priſma poſterius *abc*, refringantur ad loca diverſa P, T, ceteráque intermedia, conſtat, quòd inæqualiter refringantur; &, cùm refractus GP obſervetur magis deflectere ab incidente FG, quàm refractus GT, conſtat, quòd Radii Purpuram exhibentes magis refringantur, quàm exhibentes Ruborem; ceteríque deinceps in ordine intermedio.

Siqua forſan oboritur ſuſpicio, quòd ex motu Priſmatis ABC foraminibus F, & G, interpoſiti, Incidentia Radiorum diverſos Colores efficientium tantùm varietur, quantùm ſufficiat ad varietatem efficiendam locorum P, T, &c., ad quos refringuntur, quamvis motus iſte ſit exiguus & ineptus huic effectui; tamen, ut ſuſpicio illa prorſus eximatur, anterius Priſma ABC ad alteras partes foraminis F, Solem verſùs, collocandum eſt, ut Radii incidentes in foramen G directè veniant à dicto foramine F: eo enim pacto, cùm foramina F, & G, poſitione determinentur, poſitio Radiorum per utrumque trajectorum determinabitur, eadémque accurata erit omnium Incidentia, quoſcunque Colores exhibentium, & tamen diverſicolorum Refractio non ſecus peragetur ad loca diverſa P, T, &c., quàm modò explicui.

Ex

De Radiorum Lucis Coloribus. TAB. XV.

Ex abundanti denique placet alium recenſere modum, quo hæc eadem tentari poſſint, ne copia deſit experturis. Nimirum Radiis, ut priùs, per Priſma ABC (*Fig.* 70.) trajectis, ad diſtantiam quamlibet, puta, viginti pedum, adhibeatur Speculum planum quale IK, vel GH, quod eoſdem verſùs locum quemvis D reflectat, ubi per aliud Priſma LMN tranſmittantur denuo verſùs *p*, vel *t*. His poſitis, ſi Speculum iſtud ita collocetur ad IK, ut rubrum Colorem reflectat, & notetur locus *t*, ad quem hi Radii tendunt poſtquam tranſiêre per Priſma LMN; deinde Speculum ſtatuatur ad GH, ut violaceum, vel cæruleum Colorem ad idem Priſma LMN ſecundùm eandem Lineam PTD reflectat, & notetur locus *p*, ad quem iſti etiam Radii à dicto Priſmate LMN refringuntur; invenietur, quòd cæruleus Color, verſùs *p* refractus, longiùs divaricabit ab incidentibus Radiis PTD, quàm rubeus, refractus verſùs *t*: Atque adeò, quòd Radii, cæruleum generantes, majorem Refractionem patientur, quàm generantes rubeum.

Cùm veritatem propoſitam ſic fecerim ſtabilitam, hanc Propoſitionem concludam, adnotando connexionem & affinitatem, quam Coloribus & Refractionibus intereſſe dixeram; nempe, ex oſtenſis non ſolùm pateat, quòd diverſa Colorum genera cum definitis gradibus Refrangibilitatis reciprocantur; ſed & iiſdem experimentis probatur, dari Radios diverſè refrangibiles, & Radios diverſè refrangibiles eſſe diverſi Coloris; iiſdémque probatur è contra Radios diverſicolores eſſe diverſè refrangibiles, & inde Radios diverſè refrangibiles dari. Et ſcopus eorum, quæ in primis Lectionibus de diſpari Refrangibilitate Radiorum edocui, quoad cauſas Colorum intelligendas, multùm illuſtratur, ut pateat, quòd una abſque aliis dilucidè tractari nequeant.

PROP. II.

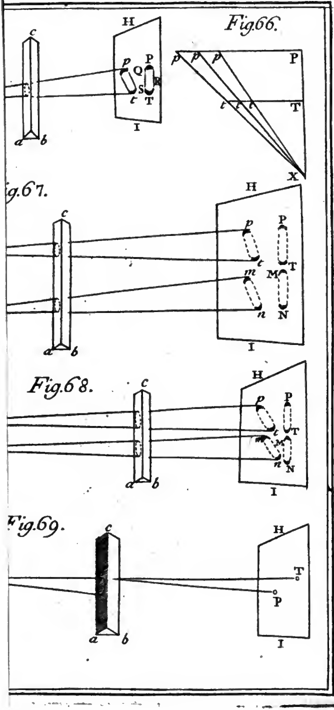
Radiorum formæ, ſive diſpoſitiones colorificæ, non ſunt Refractione mutabiles.

Tranſactâ aſſertione, quòd diverſicolores Radii ſint diverſè refrangibiles, & è contra; videamus, an cujuſcunque Radiorum

Pars II. Sectio I. ſeorſim ſpectati generis Color à Refractione mutari poſſit; & hoc à noviſſimè tradito experimento quadantenus decernitur. Scilicet,
TAB.XIV. cùm extrema Purpura incidebat in foramen G (*Fig.* 69.), Radii ſecundâ vice ad P refracti Purpuram iterum exhibuêre, ſine aliquâ Flavedine, Rubore, aut Viriditate exinde generatâ; &, cùm extrema Rubedo in G projiciebatur, eadem Rubedo in T abſque violaceo, cæruleo, aut viridi emergente apparuit.

Sed experimentum nondum omnibus numeris abſolutum eſt; nam, ubi Priſma *abc* non tranſverſum, ſed alteri Priſmati ABC parallelum ſtatuebatur, è Purpurâ cæruleus, & è Rubedine flavus eliciebatur, præſertim ſi non ſummæ Colorum extremitates per G trajiciebantur; cùm autem Viriditas trajecta fuit, Colores utrinque proximi, (cæruleus nempe, & flavus,) emerſêre; & ſic flavus citriúſque, Ruborem & Viriditatem, ac cæruleus, Viriditatem, & Purpuram præbuerunt: Eorum itaque reminiſci oportet, quæ ſub initio, de more quo oblonga hæc imago PT ex circulis in directum poſitis formatur, explicui; & inde conſtabit hoſce Colores, non ſimplices eſſe, ſed è plurium miſturâ componi. Nam, concipe genus Radiorum æqualiter refrangibilium, & intenſam Purpuram generantium, ab integro ſolari diſco profluere, & per
TAB.XV. Priſma verſùs imaginem PT (*Fig.* 71.) trajectos, incidere in circulum AC. Deinde, aliud concipe Radiorum paulò minùs refrangibilium genus in alium circulum YZ, (qui priorem in G contingat,) incidere; & manifeſtum eſt, quòd nulli iſtorum generum Radii commiſcebuntur; quippe, cùm circulos AC, & YZ, ex nullâ parte coincidentes occupant. Quòd ſi tertium Radiorum, intermediam Refractionem paſſorum, genus, in circulum EF, quaſi in medio poſitum, incidere fingas, patebit aliquos ex iſtis cum utriſque prioribus in ſpatiis HI & KL miſceri, in quibus nempe circuli ab illis illuminati coincidunt; atque ita, ſi concipias imaginem totam PT ex innumeris circulis in longum diſpoſitis componi, quorum quilibet à diverſis Radiorum generibus illuminatur, conſtabit, quòd in omni ejus parte Radii heterogenei commiſceantur, quibus deinde per iteratam Refractionem magis ſegregatis, Color quilibet in ſimpliciores reſolvi debet.

Sic,


Fig.66.
H
c
p
P
Q
S
t
T
I
a
b
p p p
P
t t t
T
X
Fig.67.
H
c
p
P
t
T
m
M
n
N
I
a
b
Fig.68.
c
H
p
P
t
T
M
n
N
I
a
b
Fig.69.
c
H
T
P
I
a
b

Digitized by Google

Sic, in viridi latet flavus, & cæruleus, qui tamen non conſpiciuntur, tum, quòd viriditatem generantes, ſive, (ut perſpicuitatis gratiâ voces fingam,) viridiformes Radii propter copiam præpollent, tum, quòd flavus & cæruleus viridem componunt, ſed quatenus per ſecundam Refractionem ſecernuntur, unuſquiſque ſub propriâ formâ videbitur. Et ſic in aliis. De Radiorum Lucis Coloribus.

His perſpectis, periclitatus ſum, quid è pluribus Refractionibus eveniret, hoc fretus conſilio, quòd Colores iteratis Refractionibus plus plúſque mutari deberent, ſi modò à ſingulis quamlibet internam mutationem paterentur; contra verò, ſi non intrinſecus mutati, ſed per divergentiam difformium Radiorum è miſturis tantùm educti & ſegregati eſſent, tum apparentes mutationes iteratis Refractionibus minores fieri; propterea quòd Colores quâlibet vice ſimpliciores evaderent: & experienti poſterior caſus evenit. Scilicet, cùm Coloris per poſterius Priſma *a b c* trajecti, partem aliquam tertio Priſmate ad diſtantiam aliquot pedum diſpoſito exceperim, Color ille denuo trajectus adeò perdurabat, ut, ſi ratione non conſtitiſſet mutationem aliquam eventuram fuiſſe, ſenſu judice haud mutari percepiſſem. Tentabam deinde, ſiquam quartâ Refractione mutationem ſenſibilem inducere potuerim, ſed fruſtra. Interea cavendum eſt, ne foramina F, ac G, ceteráque, per quæ Lux tranſit, majora ſtatuantur, quàm exigunt Colores, ut evadant perſpicui.

Eſt & alia methodus, quâ diverſi Colores ab invicem ſegregari poſſunt, ut in ſegregatis examen ſtatuatur; ſcilicet experimentum ſub initio traditum eſt, quo Solis imago PT, per contractionem cujuſque circularis imaginis, oblongam illam efformantis, multò oblongior, quàm aliàs, evaſerit. Nam, in contractâ imagine *p t*, (*Fig.* 72.) quæ totidem conſtat circulis, eadem centra retinentibus, quot ſunt in majori PT, circuli minùs coincidunt. Sic enim AC, & EF, ex parte HI coincidunt; at, cùm in minores *ac*, & *ef*, contrahuntur, videre eſt, quòd ex omni parte ab invicem diſtant, & ſic de aliis. Quamobrem, cùm circuli à diverſis Radiorum generibus illuminati jam minùs confunduntur, Colores evadent minùs commixti, utut non fient TAB. XV.

Pars II. Sectio I. omnino ſimplices, propterea quòd circuli inter *ac*, *ef*, ceteróſque poſiti, cum illis ex aliquâ ſuâ parte poſſint coincidere. Sed hâc de cauſâ plures ejuſdem cujuſque Coloris gradus tantùm commiſceri poſſunt, ut cyaneus & indicus, in cæruleo: coccineus, minius, & fortaſſe citrius in rubro, & ſic de aliis. Quæ quidem miſtura ſemper fiet eò minor, quò imago *pt* in anguſtiorem contrahitur.

TAB. XV. Diſpoſui itaque Priſma ABC, (*Fig.* 73.) unà cum Lente LM ad diſtantiam quaſi decem pedum à foramine F, per quod Sol illuxit cubiculum; & Radii, per hæc duo vitra trajecti, deſideratam imaginem contractam *pt* ad pedes exinde decem, circiter, formabant; Lente LM exiſtente tali, ut Radios parallelos ad focum quinque pedibus à ſe diſtantem cogeret. Deinde aliud adhibui Priſma HIK, cujus latus planum HI velamine nigro, ad *n*, (ut dictum eſt,) tranſfoſſo, tegebatur, & ad imaginem *pt* ſtatui, ubi Colores, ſecundùm latitudinem, maximè contractos & diſtinctè terminatos vidi, ut eorum aliquis pro arbitrio tranſmitteretur per *n* in parietem, vel papyrum YZ. Quibus poſitis, obſervabam deinde, quòd Colores hoc modo multò minùs à repetitis Refractionibus mutati fuerint, quàm in præcedentibus. Cùm Rubor per *n* tranſmiſſus eſt, idem Rubor ad YZ apparuit, & non alius Color quiſpiam, demptis variis ejuſdem gradibus, ut coccineo & minio: Et ſic Viriditas in varios ſolummodo gradus diſcreta fuit, ex unâ parte vergens ad flaveſcentem Viriditatem, & ex aliâ thalaſſinum; ſed in flavum aut cæruleum, aliumve Colorem quemvis, ex nullâ ſui parte transformari potuit. Atque idem in aliis Coloribus contigit.

Obſervabam præterea, quòd, cùm foramen F factum erat anguſtius, ut, per imaginis *pt* majorem contractionem, Colores evaderent ſimpliciores, Colores ad YZ trajecti minùs adhuc mutati fuerint; & vix aliquam mutationem ſenſibilem paſſi fuiſſe videbantur, cùm foramina non latiùs duodecimâ parte digiti patuére; hoc tantùm excepto diſcrimine, quòd Lux apud *pt* fortior erat, (quia magis contracta,) quàm apud YZ. Atque adeò nil dubitandum eſſe cenſeo, quin Colores evaderent prorſus immutabiles,

tabiles, ſi modò per indefinitam parvitatem foraminum F, & *n*, De Radiorum Lucis Coloribus.
omnino in ſimplices diſcerni poſſent. Et hoc ex eo etiam confirmatur, quòd, cùm texi Lentem LM juxta perimetrum ejus velamine nigro, per medium ad latitudinem ferè ſemiſſis digiti circulariter pertuſo, figura imaginis YZ penè orbicularis evaſit; & eò magis orbicularis, quò magis foramen F contraxi. Id, quod notari vellem, cùm plurimùm illuſtret, cauſam imaginis TP in longitudinem diductæ non aliam fore, quàm Radiorum Coloribus diſſimilium diverſam Refrangibilitatem.

Ceterùm, quò propoſitum adhuc magis pateat, & ex abundanti ut conſtet, quinam ſint Colores primitivi, adverto circulos AC, EF, YZ, ceteróſque in alternas partes juxta lineam, *Fig. 71, 72.* TAB. XV.
quæ per omnium centra tranſit, maximè extendi, & ab invicem recedere, antequam attingant parallelas rectas AB & CD, quibuſcum imago illa utrinque terminatur. Sic AC & EF, ſe mutuò ſecantes in H & I, recedunt poſtea, non omnino coincidentes in triangulis AHE & CIF. Colores itaque, juxta ipſiſſimas extremitates AB & CD, ſunt omnino ſimplices. Et ex hoc fundamento propoſitum aſſequi poſſem, ſed, cùm circuli illi, ſtatim ut ab extremitatibus ipſis recedunt, inter ſe mutuò nimis interferantur, quàm ut Colores per aliquam ſenſibilem latitudinem ſatìs ad experimenta commodè inſtituenda ſegregentur; rem potiùs ad hunc modum aſſequar.

E præoſtenſis conſtat, figuras, ex quibus in longum diſpoſitis imago PT componitur, circulares eſſe propter Solis diſcum circularem; & inde, ſi diſcus ille triangularis eſſet, vel aliâ quâcunque non circulari perimetro terminatus, illæ etiam figuræ, vel triangulares, vel alio quovis modo ad inſtar Solis terminatæ evaderent. Et par eſt ratio de foramine F, & figuris ad inſtar iſtius foraminis, ex quibus in longum ſimiliter diſpoſitis imago *pt* conſtituitur. His animadverſis, vice orbicularis foraminis F triangulare ſubſtituitur, cujus altitudo verbi gratiâ ſit pluſquam digiti, baſis tertiæ, quartæve, partis digiti, & crura æqualia. Et, Priſmate ABC ad trianguli hujus perpendiculum exiſtente parallelo, imago *pt* (*Fig.* 74.) quadrilatera ex triangulis *caf*, *em*h, TAB. XVI.

gni, ceteriſque infinitis multis efformata eſt, quibus, juxta baſes in lineà *c d* poſitas, cum ſe mutuò partes maximè communicantibus, exinde ad uſque ipſorum vertices receſſio gradatim facta eſt, donec in verticibus ad rectam *a b* ſitis penitus diſſocientur; adeòque Colores ibi ſimplices evadunt.

Jam verò obſervabam, quòd ſimplices, ſive primitivi Colores, juxta terminum *a b*, etſi longè debiliores, tamen (ſenſu judice) ejuſdem ſpeciei apparuêre, ac compoſiti juxta terminum *c d*, cujus rei ratio eſt, quòd Color quilibet primitivus per commiſturam Colorum utrinque confinium exhiberi poteſt, ut in ſequentibus patebit. Colorum, verò quos hoc pacto primitivos eſſe conſtitit, gradus eſſe inſigniores, coccineus ſive purpureus, minius, citrius, luteus, ſive heliocryſeus, ſubflava viriditas, gramineus, thalaſſinus, cyaneus, indicus, & ejuſmodi Violaceus, qui ad uſque extremitatem imaginis extendebatur, ſed abſque immiſtâ rutili alicujus fulgoris tincturâ apparuit, ſi modò cubiculum factum fuerit valde tenebroſum.

Obſervabam præterea, quòd Coloribus hiſce juxta terminum *a b* conſpicuis, non potui ſenſibilem ſpeciei mutationem Refractionibus utcunque repetitis inducere. Quinetiam tentabam, ſi quo alio pacto mutare poſſem, quemadmodum reflectendo à corporibus diverſimodè coloratis. Sed in eo fruſtra fui; nam, (ſuperfluâ Luce quaquaverſum penitus excluſâ,) ſi cæruliformes Radii in Aurum incidêre, illud Aurum cærulei Coloris evaſit: ſi flaviformes in Indicum incidêre, flaveſcebat Indicum. Et ſic in ceteris, adeòque hanc Propoſitionem ſatìs, ſupérque, ſtabilem eſſe cenſeam.

PROP. III.

Colores albi & nigri, cum cinereis, ſive fuſcis, intermediis, ex Radiis uniuſcujuſque ſpeciei confuſè miſtis generantur.

Aſſertionis veritas è præcedenti Propoſitione manifeſta eſt; nam Colores qui non ſunt ex primitivis, (quales non reperiuntur jam recenſiti,) per compoſitionem generari neceſſe eſt. At non gravabor

Fig. 70.

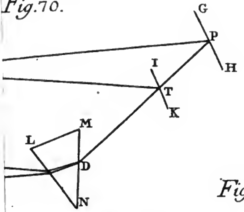


Fig. 71.

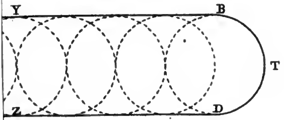
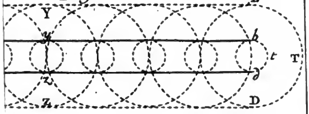
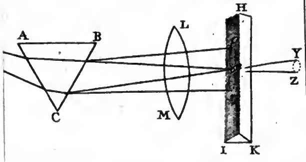


Fig. 72.





Digitized by Google

Digitized by Google

vabor tamen fuſiùs probare; ídque potiſſimùm, cùm Lucem, cui Color albus competit, ex Radiis, quoad qualitates colorificas æquè ac Refrangibilitatem, heterogeneis componi, eáque de cauſâ albere, certiſſimè conſtat. Proponitur itaque jam monſtrandum eſſe, quòd, cùm omnes omnino Colores, quos Priſmata generant, debitè commiſcentur, Albedo exinde reſultabit; déque tali miſturâ perfectè componendâ plures modos, eo quo cogitabam ordine, recenſere animus eſt. De Radiorum Luci. Coloribus.

Ac primò rem aggreſſus ſum cum pluribus Priſmatibus ita diſpoſitis, ut Colores eorum in eundem locum inciderent, & ſic inter ſe miſcerentur. Sint ABC, DEF, ac GHI (*Fig.* 75) tria Priſmata juxta ſe ſitu parallelo ita diſpoſita, ut alterum DEF ſit alteris duobus ABC, & GHI, utrinque viciniſſimis intermedium, in morem trium linearum conficientium capitalem literam græcam Ξ; & Lux per unumquodque Priſma liberè tranſiens, excipiatur in papyrum PT, pede uno, vel duobus, poſtpoſitam. Coloribus omnium Priſmatum ſic in ipſam PT projectis, convertantur Priſmata circa proprios axes, & videbis Colores iſtos ſibi invicem accedere, vel recedere. Quare convertantur, donec talis ſit eorum ſitus, ut unius Priſmatis ABC Rubor, & alterius GHI Purpura, vel Color indicus, cum Viriditate tertii DEF coincidant, ſicut vides factum ad R; & ex iſtis Coloribus ita ſibi commixtis Albedinem generari cernes, Colore purpureo & cæruleo juxta P conſpecto; rubeo verò, & flavo juxta T, & albo juxta R ceteros intercedente. TAB. XVI.

Ceterùm in iſtis experiendis convenit obſervare ſequentia. Primò, ſi anguli Priſmatum planis refringentibus contenti, ACB, DFE, & GIH, ſint inæquales, præſtat, ut illud Priſma, cujus angulus GIH maximus eſt, ponatur verſùs exteriorem partem anguli contenti Radiis incidentibus & refractis; & iſtud verſùs interiorem, cujus angulus ACB eſt minimus.

Secundò, aperturæ, per quas Lux tranſmittitur trans Priſmata, debent eſſe magnæ; imò convenit, ut tranſitus Luci per tota Priſmata pateat, obſtaculo nullo adhibito; neque opus eſt, ut experimentum in tenebris peragatur, ſicut in aliis quamplurimis requiritur.

Tertiò

Pars II. Sectio I. Tertiò, papyrus PT, in quam Colores incidunt, non nimis diſtare debet à Priſmatibus: ſufficit diſtantia pedum, plùs minùs, duorum. Has autem aperturas & diſtantiam ſtatuo, ut Colores eò meliùs commiſceantur ad Albedinem perfectiorem componendam.

Quartò, ut Colores ad R faciliùs etiam & ſatiùs commiſceantur, Priſma ABC ſtatuatur in ſitu quocunque tali, ut Radii, tum ingredientes, tum emergentes, Refractionem, præterpropter, æqualem patiantur, & in eo ſitu figatur. Et Colores ejus ad diſtantiam duorum pedum excipiantur, vel ad eam potiùs, ubi vides flavum ejus & cæruleum modò contiguos, Albedine intermediâ tum evaneſcente. Poſtea figatur aliud Priſma GHI in tali ſitu, ut Purpura ejus contingat Ruborem alterius ABC, non autem coincidat illi, & linea contactûs notetur. Deinde tertium Priſma DEF ſic fige, ut ejus Colorum medietas cadat in dictam lineam contactûs; quod ubi contingit, facilè cognoſces, intercipiendo Lucem cetera Priſmata ingreſſuram. Denique papyrus PT ultra citráque transferatur paululùm, donec videas Albedinem perfectam in medio Colorum ad R generari. Quam quidem Albedinem ex variis Coloribus compoſitam eſſe conſtabit, intercipiendo Colores unius, duorumve Priſmatum, priuſquàm attingant papyrum; nam, loco Albedinis, eos, quos non intercipis, Colores intueberis.

Denique, ſi velis, ut Colores cujuſque Priſmatis perfectiùs, miſceantur, poſſis adhibere plura Priſmata, modò præſto ſint; tamen eventus non deerit expectationi, ſi tria tantùm adhibeas. Etenim, Colores cujuſque Priſmatis ſeorſum ſpectati non ſunt omnino ſimplices, ſed viridis & rubeus nonnihil miſcentur in flavo, & purpureus ac viridis in cæruleo, & ſic de reliquis, quemadmodum in ſequentibus oſtendetur; & inde fiet, quòd cùm tria tantùm Priſmata adhibentur, non ſolùm tres Colores, rubeus, viridis & indicus commiſceantur in R, ſed etiam cæruleus & flavus, unà cum omnibus eorum gradibus intermediis, iſtam Albedinis compoſitionem ingrediantur.

Verùm, cùm tot Priſmata in ſitu tam accurato diſponere, propter motum Solis & alia incommoda, difficile forſan & laborioſum

rioſum ſimul inveniatur, niſi adhibeatur machina quædam eâ de cauſâ fabricata, ut ejus ope Priſmata in deſiderato ſitu figantur; alium propterea modum profero, quo iſta negotio leviori, idque unico Priſmate, periclitari poteris. Sumatur papyrus, vel aliud opacum corpus attenuatum in morem laminæ; & in eo confodiantur oblongæ rimæ ſex, aut plures, parallelæ, quarum latitudines ſint æquales diſtantiis, aut iis paulò majores. Deinde papyrus iſta figatur alicui ex planis lateribus Priſmatis. Sit illud latus papyro obductum ACED, (*Fig.* 76.) & rimæ in papyro excisæ litteris *l* deſignentur, quarum ſitus eſto parallelus ad EC, concurſum laterum refringentium Priſmatis, ſive ad verticem ejus. Papyrus autem debet toti iſti plano ADEC ſuperindui, nequa Lux, alibi tranſmiſſa quàm per prædictas rimas, perturbet experimentum. Tum Priſma ſtatuatur in Luce Solis, ut Radii ejus per dictas rimas id ingrediantur, vel, poſtquam refracti fuerint, per eas egrediantur; & in iſto ſitu figatur. Quo facto, ſumatur alia papyrus PT, quæ ſic teneatur à poſticâ parte Priſmatis ad diſtantiam trium, duorumve, digitorum, ut in eam Lux terminetur; & videbis tot lineas Colorum, quot ſunt oblongæ rimæ *l*, quarum linearum cuique tot competunt Colores, quot ſolent apparere virtute Priſmatum. Nempe, quælibet rima ſubit officium unius è Priſmatibus, experimento priori adhibitis, & proprios Colores, cæruleum, rubrum, ceteróſque, generat quaſi tot eſſent Priſmata, quot ſunt rimæ. Porrò, ſi papyrus PT longiùs differatur à Priſmate, coloratas iſtas lineas paululùm dilatari cernes, & interjecta ſpatia minui, donec abſorbeantur à Coloribus tandem factis contiguis. Et, ſi papyrus adhuc longiùs differatur, Colores à diverſis rimis effecti, rubri cum cæruleis primò, deinde alii cum aliis, incipient plùs plùſque miſceri; & ſic ſeſe paulatim diluent, donec, cùm miſtura ſatìs abſoluta eſt, convertantur in Albedinem, præterquam in eorum extremitatibus P ac T, ubi mixtura & confuſio ferè nulla eſt. Et iſthæc accidunt, cùm papyrus PT quaſi ad diſtantiam decem, vel duodecim vicibus majorem ipſâ AC, vel BC, latitudine planorum Priſma conſtituentium, amovetur. Quòd ſi amoveatur adhuc longiùs, abſimilium Radio-

De Radiorum Lucis Coloribus.

TAB. XVI.

Pars II. Sectio I. rum commiſtio perfectior fortaſſe evadet, ſed Colores purpurei & cærulei ad P, ac flavi ac rubri ad T, latiores fient, & interjectum ſpatium album minuetur, donec totum deſtruatur ab iſtis Coloribus occupatum.

In hiſce autem experiendis cavendum eſt. ut oblonga foramina *l*, ſint accuratè æqualia, & æqualibus diſtantiis ab invicem diſſita, ne, Luce magis copioſâ per aliquod ingreſſâ quàm per cetera, Colores exinde generati prævaleant ceteris, & miſturam perfectam conturbent; & ſic, vice Albedinis, Colores apparebunt hinc illinc more fortuito ſparſi. Illa verò diſtantia rimarum *l*, ut & earundem latitudo, non malè ſtatuitur eſſe pars digiti, circiter, duodecima, aut eâ major fortè, ſi Priſma ſatis amplum adhibeas. Quinetiam, ſi cupias, ut experimentum ſit omnibus numeris abſolutum, vice Priſmatum vitreorum vulgò venalium, (quæ ſunt nimis gracilia,) debes amplioribus uti, qualia poſſis efficere ex laminis vitreis utrinque perpolitis, & conjunctis in morem vaſculi priſmiformis; quod vaſculum impleatur aquâ clariſſimâ, & undique cemento obturetur. Non multùm refert, quænam ſit hujus latitudo; ſufficit, ut ſit trium digitorum. Sed refringentia latera debent eſſe quatuor, vel ſex digitos lata, aut ampliùs, ut rimæ præfatæ *l*, cum diſtantiis earum, fiant majores & plures & magis accuratæ. Sin utaris anguſtioribus, qualia vulgò venduntur, Colores externi juxta P ac T dilatando priùs deſtruent interjectam Albedinem, quàm perficiatur per remotionem papyri PT. Et illa præterea, quæ in totum conſtant ex vitro, Colore aliquo, vel viridi, vel flavo, plerumque tinguntur; & Radios ita tingunt in tranſitu, ut Albedinem perfectam exhibere nequeant.

Jam verò audire videor objectionem, ex receptis Philoſophorum opinionibus depromptam. Dicat enim aliquis, quòd Colores, revera & propriè loquendo, non miſcentur, ſed deſtruuntur potiùs; ídque eâ de cauſâ, quòd umbræ vicinia, quæ neceſſaria eſt ad productionem Colorum, tollitur, cùm Radii per diverſas rimas trajecti commiſceri incipiunt; & propterea, quòd, Radiis ſic mixtis, quorum motus inter ſe diſſentiunt, neceſſe eſt, ut iſti mo-

motus deſtruant alterutros, quibus ceſſantibus, Color omnis perit, & in Albedinem convertitur. Sic Carteſianus aliquis contendat fortè, quòd, cùm globuli miſcentur, quorum rotationes contrariantur ſibi, neceſſe eſt, ut impediant ſeſe, & alternos motus deſtruant. Et ſic alii objiciant alia. De Radiorum Lucis Coloribus.

Sed, reſponſio multiplex in promptu eſt; & imprimis inquam, quòd, cùm umbræ Coloribus interjectæ primùm evaneſcunt removendo papyrum PT, Colores tamen non ideo pereunt, neque minimùm immutantur, donec incipiunt miſceri per remotiorem diſtantiam papyri; & Albedo non producitur, donec per diſtantiam adhuc remotiorem, miſtura Radiorum omnis generis evadat perfecta. Unde confinium umbræ non eſt neceſſarium ad Colores producendos, neque Albedo generatur ex iſto ſublato.

Secundò, Colores, qui primò omnium miſcentur, nimirum purpureus, ſive violaceus, & rubeus, videntur maximè eſſe omnium diſſimiles, propterea quòd adverſas Colorum extremitates occupent. Quamobrem itaque motus eorum contrarii non deſtruunt ſeſe, neque Color albus generatur, antequàm ceteri etiam Colores omnes miſcentur.

Tertiò, cuique licet obſervare, ídque nullo negotio, quòd Colores non omnino mutantur, trajiciendo Radios per medium quantumvis luminoſum: ſic Colores Priſmatum ſunt iidem, ſive trajiciantur per ſpatium illuminatum, ſive tenebris involutum; & res omnes eodem modo coloratæ cernuntur, ſive conſpiciantur cùm Lumen Solis trajiciatur per intermedium ſpatium, ſive cùm excludatur; id, quod ſecus eſſet, ſi Lux in Lucem per idem medium tranſeuntem poſſet agere. Quínimo, ſi Radii duobus Priſmatibus refracti ſeſe decuſſent, poſtquam ab invicem diſcreti ſunt, eoſdem Colores efficient, quos alias efficerent, ſi non omnino miſcerentur. Id, quod non poſſet evenire, ſi Radii diverſis Coloribus tincti ſibi mutuò per eadem ſpatia tranſeuntibus muta ionem aliquam inducerent.

Quartò, cùm in illâ diſtantiâ papyrum PT fixeris, ubi Colores Albedinem optimè componunt, ſtatuatur alia papyrus YZ ad diſtantiam duorum, vel trium, digitorum à Priſmate, & in

Digitized by Google

Pars II. Sectio I. eà notentur lineæ coloratæ, tum exſcindantur iſtæ partes papyri, in quas dictæ lineæ cecidêre; factis, eo pacto, rimis oblongis v, v, v, v, v, v, parallelis & æqualibus, ut & æquè latis ac diſtantibus: deinde papyrus iſta YZ in locum ſuum reſtituatur tres digitos, circiter, à Priſmate diſtantem, ut per rimas ejus Lux colorata trajiciatur ad alteram papyrum PT longinquiorem; quo facto, poſſis obſervare, quòd, ſi parùm deprimas papyrum YZ, ut purpureos Colores & cæruleos ſuperioribus labris rimarum ejus impingentes intercipiat & tranſmittat ceteros, Albedo ad papyrum PT convertitur in rubeum Colorem, aut citrium, vel flavum: ſin attollas eam, ut rubei & flavi labris inferioribus intercipiantur ceteríque perlabantur, Albedo iſta convertitur in purpureum, indicum, & cæruleum; perinde ut fieri oportet in mixturâ Colorum; nam, unis è mixturâ ſublatis, alteri debent ad propriam ſpeciem & formam reſtitui.

Quintò, papyro YZ ſublatâ & reliquis ſtantibus, papyrum alteram PT in meditullio Albedinis acu perfora, ut Lucis ejus alba portiuncula trajiciatur, quam deinceps accipe in aliam papyrum, iſti PT ad diſtantiam quatuor, vel ſex, digitorum poſtpoſitam, &, vice Albedinis, Colores iterum apparebunt. At, quomodo Colores illi de novo generari potuiſſent, ſi deſtruerentur in productione, potiùs quàm miſcerentur, non video. Concedendum eſt itaque, quòd tantùm miſcentur, & quòd Radii variis Coloribus tincti, & promanantes à diverſis rimis *l*, *l*, decuſſant ſeſe in dicto foramine acu effecto; &, poſtea divergentes ab invicem, gradatim ſegregantur, & ſegregati proprios iterum Colores depingunt, quemadmodum poſthac fuſiùs explicabitur. Ad eundem præterea modum, ſi Speculum aliquod planum & exiguum K ſtatuas in medio Albedinis, ad PT papyrum effectæ, ita quidem, ut aliquos ex albificantibus Radiis aliorſum, veluti ad *pt*, reflectat; Lux alba ſic reflexa degenerabit in Colores, quos videre eſt ad *pt* papyrum objiciendo. Etenim, Radii tincti cum diverſis Coloribus, & in Albedinem ad Speculum K commiſti, inclinantur ad ſe invicem; propterea quòd adveniunt à diverſis fiſſuris *l*, *l*, *l*, *l*, *l*, *l*. Atqui tantùm divergunt à Speculo, poſtquàm reflectuntur,

tuntur, quantùm antea convergebant. Divergentes itaque paulatim diſſocientur, ac diſſociati proprios Colores non ſecus exhibebunt, quàm ſi nunquam fuiſſent commiſti. Liquet ergo, quòd in miſturâ Radiorum diverſicolorum diſpoſitiones ad efficiendos varios Colores non deſtruuntur, utut Albedinem exhibeant, dum commiſceantur ſibi. De Radiorum Lucis Coloribus.

Ad hæc, lamina K, ſi valde obliquetur ad Radios in ipſam incidentes, non ampliùs alba apparebit, ſed, vel cum rubeo, vel cæruleo Colore imbuta, prout, vel verſùs verticalem angulum, vel verſùs baſin Priſmatis inclinatur; id, quod nullo modo accideret, ſi alba Lux, quâcum illuminatur, homogenea eſſet; quandoquidem alba & ſpecularia corpora reflectendo Lucem, non mutant Colorem ejus. Sed hoc ex eo evenire fatendum eſt, quòd in Speculum, quando incidentibus Radiis admodum obliquatur, pauciores ex obliquioribus Radiis in illud incidant, inque reflexâ Luce major ſit copia Radiorum minùs obliquorum, qui proinde prædominantur, & proprium Colorem oſtendunt, quem non poſſent exerere, ſi, ad Albedinem Lucis incidentis producendam, non tantùm cum aliis Coloribus miſcerentur, ſed revera tranſmutarentur in uniformem Albedinem. Ceterùm nota, quòd in iſthoc experimento faciendo, præſtat laminam non perpolitam, ſed ſuperficie nonnihil aſperâ, (qualis eſt nummi argentei, vel chartæ, &c.,) præditam adhibere.

Præterea, vulgo notum eſt, quòd ex pulveribus diverſicoloribus inter ſe commiſtis novus Color emergit; tamen, ſi pulveres iſti inſpiciantur Microſcopiis, omnes videntur tincti propriis Coloribus. Adeò ut, ex miſturâ pulverum, Colores proprii non deſtruantur, ſed permiſcendo tantùm Color novus eliciatur. Verùm iidem planè Colores ex miſturâ Colorum Priſmatum ac pulverum producuntur. Sic, pulvis cæruleus cum flavo miſtus producit Viriditatem; & eadem Viriditas etiam producitur ex miſturâ Radiorum tinctorum cum cæruleo & flavo; & proinde non dubium eſt, quin Colores novi ex coaleſcentibus Priſmatum Coloribus, non factâ aſſimilatione ſed miſturâ tantùm, ſimiliter oriantur. Ceterùm, ut nullum dubitandi locum relinquerem,

Part. II. Sectio. I. rem, effeci, ut pulveres Colorum principalium, quos Priſmata generant, rubei, flavi, viridis, cærulei, & purpurei, in proportione certâ miſcerentur; &, licèt Albedo perfecta non prodibat, tamen iſti Colores ad ſenſum periêre, & quoddam genus Albedinis fuſcum & obſcurum, ſive mediocre inter Albedinem perfectam & Nigredinem, producebatur: Quod noſtro propoſito non minùs inſervit, quàm ſi Albedo perfecta prodiiſſet; quandoquidem fuſcus ille ab albo perfecto tantùm differt quantitate Lucis, non autem ſpecie Coloris; ut exinde pateat, quòd producitur ex albo cum Nigredine contemperato. Neque expectandum eſt, ut mihi videtur, alium quàm fuſcum Colorem è tali pulverum miſturâ generari. Nam, cùm pulveres colorati intromittant maximam partem Lucis, iſtam ferè ſolam reflectentes, quæ apta eſt ad exhibendos proprios Colores, ut oſtendetur poſtea; eorum mixtura maximam quoque partem Lucis intromittet. Unde, pro Albedine perfectâ, talis Color generandus eſt, qualis efficitur ex Albedine & Nigredine mixtis, id eſt, fuſcus. Attamen non eo inficias, quin tales fortè pulveres inveniantur, præſertim inter mineralia, qui tantum Lucis reflectant, ut mixti exhibeant Albedinem perfectiorem, quàm hactenus vidi ex mixturis effectam. Ceterùm, quòd pulveres Coloribus tantùm quinque præcipuis tinctos miſcebam, non ideo cogitandum eſt Albedinem ex quinque ſolis productam fuiſſe, ſed ex omnigenis. Nam, in omnium corporum Coloribus alii latent principalibus commiſti, licèt minùs fortes, ut à principali ſeparati non cernantur; ſic, in cæruleo pulvere latent cyaneus & indicus aliíque gradus omnes uſque ad viridem, aut flavum fortaſſis ex unâ parte, & ad intenſum purpureum ex alterâ; utut cæruleus ſolus appareat, quòd ſit ceteris longè copioſior.

Experientiis hiſce admonitus in mentem præterea revocabam, quòd corpuſcula, quæ conſpiciuntur in Radiis ſolaribus huc & illuc volitantia, varios Colores exhibent, modò quiſquam ea diligenter obſervet in cubiculo quaquaverſum Luci occluſo, præter unicum foramen, per quod illuminantur; & tamen, cùm iſti pulviſculi in acervum congregantur, nullus omnino Color apparet, præterquam fuſcus.

Non

Non minùs appoſita eſt obſervatio, quòd, cùm aqua, ſapone in eâ ſoluto, paululùm inſpiſſata & in ſpumam, agitando, converſa fuerit, poſtquam paululùm conſtitit ſpuma, in ſingulis bullulis, ex quibus conglomeratis efformata eſt, i: ·meri omnis generis Colores acutiùs inſpicienti apparuêre; & tamen ſpuma, ad tantam diſtantiam ſpectata, ubi Colores in ſingulis bullulis ab invicem diſtingui nequibant, apparuit perfectè candida. De Radiorum Lucis Coloribus.

Patet itaque Colores Priſmatum revera non deſtrui ad Albedinem producendam, ſed commiſceri tantùm; quandoquidem emergunt immutati, cùm Radii coeuntes decuſſavêre, &, per ſubſequentem divergentiam, iterum diſſociantur; & proprios etiam Colores exhibent, cùm aliqui copioſiùs, quàm ceteri, reflectuntur. Atque ſubalbus Color è miſturâ pulverum omnigenis Coloribus præditorum, ut & Albedo perfectior è diverſicoloribus bullulis, ſine aliquâ congredientium Colorum mutatione, ſimiliter emergat. Ad hæc, cùm rei dignitas poſtulare videatur ut nullus non moveatur lapis, præter modos præcedentes componendi Albedinem, lubet adhibere tertium, & quartum deinde, quò faciliùs prædicta experiri poſſis, & magis fortè cum evidentiâ.

Poſito, quòd Sol illuceat obſcurato cubiculo per unicum tantùm foramen F, (*Fig.* 77.,) cui Priſma ABC affigitur, ingreſſam Lucem refringens ad PT. Juxta Colores in papyrum PT ſic projectos, teneatur alia papyrus Z, ut illuminetur à coloratâ Luce, quam altera papyrus PT reflectit. Quo facto, papyrus Z ſic illuminata Radiis omnium Colorum à PT confuſè reflexis, apparebit alba. De hoc autem ſpecimine maximè luculento & facili juvabit obſervare ſequentia. TAB. XVI.

Primò, quòd, auferendo papyrum PT, ne Lucem ampliùs ad Z reflectat, è conſequente defectu Lucis in Z cognoſcas eam illuminari per ſolam Lucem coloratam à PT reflexam.

Secundò, ſi papyrum Z ipſi PT valde vicinam teneas, ut una pars ejus magis illuminetur ab unc Colore, & alia ab alio, ipſa Z non apparebit alba, ſed ejus partes ab omnibus Coloribus iſtis tingentur, quibus ſunt viciniſſimæ. Sin ipſa Z ad majorem à PT diſtantiam transferatur, ut omnes ejus partes æqualiter ferè

ab

Pars II. Sectio I. ab omnibus Coloribus illuminentur, ex illâ Colorum mixturâ generabitur Albedo. Pari ratione, ſi quemlibet è Coloribus ad papyrum PT tendentibus intercipias, ne reflectatur ad Z, illud Z non ampliùs albeſcet, ſed evadet coloratum, pro mixturâ, quam ceteri Colores in ipſam PT prolapſi componunt.

Denique, quòd Albedo illa Z, non deſtruendo Colores, ſed tantùm miſcendo, generatur, exinde pateat, quòd Colores PT cernuntur beneficio Radiorum non ſecus Oculo mixtim incidentium, quàm papyro Z. Itaque, ſi Colores deſtruerentur potiùs, quàm miſcerentur ad Z, etiam deſtruerentur ad corneam tunicam Oculi, vel pupillam, ubi tamen certiſſimum eſt, quòd miſceantur tantùm, ut decuſſantes poſtea divergant ad varias partes retinæ, & ſic excitent phantaſmata propria. Quinimo, ſi Radii tincti cum diverſis Coloribus, dum per eadem ſpatia confuſè tranſeant, poſſent ínter ſe invicem agere, & diſpoſitiones mutare, quas quilibet habent ad expingendos proprios Colores; omnes omnium rerum Colores conturbarentur, & ſe mutuò tranſmutarent, dum per aera tranſmittuntur: ubique ſcilicet Radiis aliorum corporum omnigenis Coloribus tinctorum occurrentes, & ſic in Coloribus viſibilium nulla eſſet certitudo, conſtantia nulla.

Quartum præterea modum deſcripturus, quo Colores in Albedinem miſceri poſſint, pono ABC, (*Fig.* 79.,) eſſe Priſma foras ante foramen F diſpoſitum, quod refractam Lucem in obtenebratum cubiculum tranſmittit verſùs MN. Tum Lentem MN convexam ſume, cujus focus eſt ad diſtantiam ſemipedis, vel pedis unius, duorumve, (quale eſt objectivum vitrum Perſpicilli bipedalis,) & eam ſtatue paulò plùs diſtantem à foramine F, quàm focus diſtat à ſe; ita ſcilicet ut Lux colorata per eam deinceps trajiciatur, ſicut videre eſt in ſchemate: ſit autem ejus latitudo, ſive apertura, tanta, ut omnes Radios tranſmittat. Deinde, cùm Lentem in dicto ſitu ſtabilitam feceris, ponè ſtatuatur papyrus PT, in quam Radii hi refracti terminentur, eámque primò colloca proximè ad Lentem, deinde ad majorem diſtantiam continuato motu transfer; & videbis Colores purpureum P, rubeúmque T, contrahi, & eouſque minui, dum omnes convertantur in Albedinem, puta,

TAB. XVII.

Fig.75.

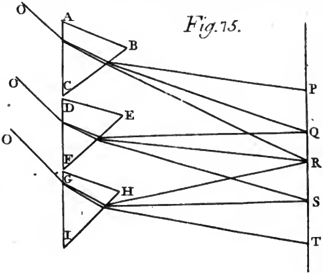


Fig.76.

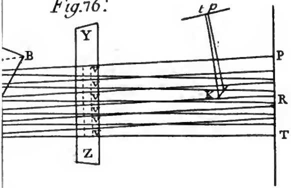
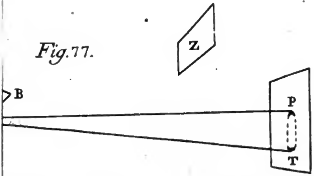


Fig.77.



Digitized by Google

Digitized by Google

puta, ad X, quatuor, vel ſex pedes, aut longiùs fortè diſtantem à Lente, pro convexitate ejus, vel poſitione. Deinde, ſi papyrum adhuc longiùs transferas, Colores iterum emergent, ſed in ſitu contrario, rubeo ad τ conſpecto, & purpureo ad π; neque ulla inter eos ad PT, & πτ, differentia intercedit, præterquàm quòd ſitus ſit contrarius. Scilicet, à Lente MN effectum eſt, ut omnes Radii radiantes ab aliquot punctis foraminis F, in totidem iterum punctis congregentur ad papyrum X; & ſic omnes omnium ſpecierum, tum Purpuram ad P, tum Rubedinem ad T, tum alios alibi Colores efficientium, convergunt ad X, & ibi confuſè miſcentur ad Albedinem generandam, de quâ imagine albâ & orbiculari, monebam ſupra. Poſtea verò, cùm ſeſe decuſſavère in X, Radii PX tendunt ad π, & TX ad τ, adeò ut Colores expingantur ad P, & π, per eoſdem Radios p π, & iidem ad T, & τ, per eoſdem T τ, & ſic de aliis. Unde liquet iterum, quòd diſpoſitiones Radiorum diſſimilium ad diverſos Colores producendos non deſtruantur per eorum mixturam; quandoquidem eoſdem expingunt, cùm ſegregantur, quos ante mixturam expingebant. De Radiorum Lucis Coloribus.

Porrò, ſi Radios cujuſvis Coloris intercipias, interponendo aliquod corpus opacum prope Lentem MN, & ceteros facias miſſos, videbis non modò Colores interceptos è papyris PT ac πτ, tolli, ſed & Albedinem X deſtrui, & ejus vice Colorem aliquem, qualis efficitur per mixturam Radiorum præterlabentium, generari. Sic, ſi Radios intercipias oſtendentes rubeum ad N, Rubedo T, ac τ, tolletur, ac Albedo X convertetur in cæruleum. Vel, ſi ſiſtas tum rubeum ad N, tum purpureum ad M, & intermedios flavum, viridem, & cæruleum præterlapſos mittas, ex eorum miſturâ Viriditas producetur ad X. Et ſic, prætermittendo quos velis, & ſiſtendo alios pro arbitratu, poſſis experiri mixturas quaſlibet, & explorare qui Color inde generabitur, modò pretium laboris experientiam illam judicaveris.

Verùm, cùm experimenti hujus dignitas videatur exigere, ut ſummâ cum diligentiâ retegatur & penitus explicetur, dum plura de Coloribus ſimul complectitur & exhibet, quàm in unico tan-

Part II. Sectio I. tùm experimento ſolent latere ; non gravabor modum copioſiùs oſtendere, quo Radii miſcentur ad X, & nonnulla poſtmodo ſcitu non indigna patefacere. Itaque, concipiantur tales Refractiones in Priſmate fieri, ut Radii incidant in varios circulos ad lentem MN, qui varios gradus Refractionis patiuntur, prout explicui in præcedentibus, ſitque PQRST, (*Fig.* 79.,) oblonga imago, compoſita ex præcedentibus circulis & in Lentem projecta, quorum circulorum extremi duo ſunto PQ purpureus, & ST rubeus. Porrò, ſit *f* F *f* diameter foraminis, per quod Lux in Lentem trajicitur ; cujus foraminis punctum aliquod, ut F, primò conſideremus, à quo venientes Radii dictos circulos PQ, ST, totámque imaginem PT efformant: & præterea, cùm Radii, eundem quemlibet circulum efformantes, ſint homogenei, ponatur, quòd Lens ſit tali figurâ prædita, ut eos omnes ad eundem illum circulum, (puta, rubeum ST,) pertinentes, verſùs punctum quoddam Z exactè refringat ; quod fieri poſſe per Lentem convexis hyperbolis terminatam, ut & per Lentes aliter formatas, Cartesius in *Dioptricâ* & *Geometriâ* edocuit. Eſt itaque Z focus Radiorum FS, FT, & ceterorum uniformiter rubeorum, & recta FZ ducta erit axis Lentis. Præterea, cùm Radii FP, FQ, ceteríque conficientes alterum extremum circulum PQ, Colorem purpureum oſtendant, & propterea magis refringantur quàm alteri tendentes ad ST ; illi ideo emergent ad punctum quoddam aliquantò propinquius quàm Z, veluti ad Y, ut ii facilè percipient, qui norunt focos Lentium eſſe tantò propinquiores ſibi, quantò major eſt earum vis refractiva. Liquet itaque Radios in Coloribus & Refractionibus abſimiles ad diverſos focos convergere. Sed, cùm eadem Lens pluribus focis haud queat aptari, & ideo, cùm Z ſupponatur focus, in quem omnes Radii, ad circulum rubeum ST pertinentes, exactè conveniant, Radii pertinentes ad alterum circulum PQ purpureum, omnes in ejus focum Y exactè convenire nequeunt ; attamen eorum concurſus juxta Y in axe tam proximè accuratus erit, ut, quoad ſenſum & experientiam omnem, habeatur pro accurato.

TAB. XVII.

Quin-

De Radiorum Lucis Coloribus.

Quinetiam, ſi Lens MN ponatur ſphæricè convexa, ut neuter focorum Y, vel Z, ſtrictè loquendo, poſſit eſſe accuratus; tamen, quantum ad præſentia ſpectat, pro accuratis habere liceat. Itaque concipiendo, quòd Radii manantes à PQ, & ST, convergant ad Y & Z & ibi decuſſantes divergant itidem; patebit, quòd hi duo Radiorum penicilli concurrent, & miſcebuntur in ſpatio focis Y & Z intermedio, veluti ad *t*, modò Lentis centrum R ponatur intermedium circulis PQ, & ST. Ad eundem modum Radii ceterorum generum convergent in alios focos ipſis Z & Y intermedios, ac tantò propinquiores ipſi Y, quantò major eſt eorum paſſio refractiva. Sic, focus viridiformium Radiorum cadet in medio ſpatio, veluti ad X; Radiíque cæruliformes convenient citiùs inter X & Y, & flaviformes longinquiùs inter X & Z; ac ceteri Colores intermedii in ſpatiis intermediis, eorúmque penicilli ſeſe decuſſabunt ultra citráque locum *t*; ita tamen ut iſtæ decuſſationes ſint eò denſiores, quantò ſint ipſi *t* viciniores, & ut ſpatium X*t* ſit minimum, per quod omnes Radii tranſeunt manantes ab eodem puncto F. Non diſſimili modo, Radii venientes ab alio quovis puncto foraminis, ut *f*, ſi ſint rubriformes, convergent ad *z*; ſin purpuriformes ad *y*; & ad intermedium aliquod punctum, ſi ſint intermedii generis; & eorum concurſus denſiſſimus erit in loco medio, veluti *x l*. Atque adeò, ex Radiis ab integro foramine *f*F*f* manantibus, foci maximè refrangibilium jacebunt in ſuperficie *y*Y*y* ad Lentem proximâ; & foci minimè refrangibilium jacebunt in aliâ ſuperficie *z*Z*z* à Lente remotiſſimâ; focíque mediocriter refrangibilium jacebunt in aliis intermediis ſuperficiebus. Et ſic omnes omnium Radiorum foci totum ſpatium *yzzy*, à ſuperficiebus iſtis integratum, occupabunt, & in eo præcipuè penicilli decuſſabunt & commiſcebuntur.

Jam ex hâc deſcriptione venit obſervandum, quòd ſi papyrus HI teneatur in medio dicti ſpatii *yzzy*, ut in eam Radii terminentur, ubi eſt denſiſſimus eorum concurſus & miſtura ad Albedinem generandam perfectiſſima, Radii viridiformes tendentes ad focos in papyro ſitos, in eam incident intra literas *xx*. Sed rubriformes venientes ab ST, ac tendentes ad focos in ſuperfi-

Digitized by Google

Pars II. Sectio I. cie *z*Z*z* ſitos, ut dictum eſt, incident in papyrum intra literas *ll*, pauló viciniùs ad I. Et pari modo, purpuriformes incident in eundem locum *ll*, dum tendunt à PQ ad focos ſitos in ſuperficie *y*Y*y*. Ceteri autem Radii cadent in alia ſpatia inter *xx* & *ll* mediocria, ipſiſque *xx* tantò viciniora, quantò foci eorum minùs abſint à papyro. Liquet itaque, quòd totum ſpatium *x*X*tl* non debet albeſcere, ſed pars ejus tantùm media inter literas *x* & *l* interiores ſita, ubi ſcilicet Colores omnes commiſcentur. Etenim, in extremitate *x* verſùs H Radii viridiformes cadunt ſoli, qui proinde tingent extremitatem iſtam cum Viriditate. Ad alteram autem extremitatem verſùs I, nulla miſcetur Viriditas, ſed Purpura tantùm cum Rubore. Qui dicta perpendet etiam facilè concipiet, quòd, cùm papyrus paululùm transferatur ultra citráque, Colores alii, præter Viriditatem, apparebunt ad extremitatem imaginis verſùs H. Sic videlicet, inter P & *y*, purpureus apparebit extrinſecùs; inter *y* & *x* cæruleus; & viridis ad *x*; deinde flavus inter *x* & *z*; ac rubeus denique ad *z*; & poſtea perpetuò. Ad alteram autem imaginis extremitatem verſùs I ſitam, rubeus erit extimus à T uſque ad *l*, ubi commiſcetur Purpuræ: Quæ quidem mixtura dat pallidum quendam Colorem, nunc ad rubeum nunc ad cæruleum, nonnihil vergentem, pro variâ proportione miſtorum; at ultra *l*, Purpura ſemper conſpicietur. Ceterùm, cùm diſtantia inter *y*, & *z*, valde parva ſit, & multò magis diſtantia inter X & *t*, ſive *x* & *l*, hoc eſt, latitudo limbi colorati, propter ſummam ejus exilitatem, conſpectui vix patebit, ſed totum ſpatium *x*X*tl*, niſi acriùs obſervanti, apparebit album.

Cùm hæc advertiſſem, experiebar deinde an reſponderent præconceptis; &, licèt malè ſucceſſit primò, dum utebar anguſtâ Lente, poſtea tamen, cùm adhibui Lentem eâ de cauſâ latiorem, ut angulus XY*t*, ſive *xyl*, & inde *xl*, ſive X*t*, hoc eſt, latitudo dicti limbi colorati fieret major, quod optabam evenit. Adhibeatur igitur Lens, cujus latitudo, ſive apertura, ſit trium digitorum, aut major eo, foci autem longinquitas, pro lubitu, pedum trium, vel quatuor; tum ea collocetur ad diſtantiam ſex,

Digitized by Google

ſex, vel octo, pedum à foramine fFf, ut Colores PQRST, in eam prolapſi, uſque ad extremitates ejus extendantur, nullis tamen præterlabentibus. Deinde papyrus HI ponè collocetur, & transferatur ultrà citráque; & ad extremitatem imaginis verſùs H videbis omnes Priſmatum Colores à Purpurâ ad Rubedinem uſque gradatim ſucceſſivos. Sed, ad alteras imaginis partes verſùs I, inter Purpuram ad *z*, & Rubedinem ad *y* conſpicuam, neque Viriditas, neque alius quiſquam ex intermediis Coloribus apparebit, niſi fortè qui finit ex rubeo & purpureo mixtis; quemadmodum ex eo cognoſcas, quòd, cùm intercipis extremitatem Purpuræ, ope corporis opaci juxta Lentem ad P interpoſiti, ille limbus imaginis verſùs I fiet rubeus; ſin extremitas Rubedinis ad T intercipiatur, limbus idem fiet purpureus. Et hinc eſt, quòd tranſitus à Purpurâ ad Rubedinem ex hac parte imaginis fiet multò celerior, quàm ex alterâ verſùs H, ubi Colores omnes interveniunt. Ceterùm, cùm dictorum Colorum latitudo tam exigua ſit, (ſcilicet haud major centeſimâ parte digiti,) ut, niſi vitra ſint bene polita & à venis libera, & inſuper experientis diligentia & curioſitas ſolito major, fortè excidet propoſito. Quamobrem, in majorem evidentiam rei & experiendi copiam, addo, quòd, ſi Microſcopium ſumas, atque ita diſponas, ut papyrum aliquam affixam laminæ, ſuper quam objecta collocantur contemplanda, diſtinctè amplificet, dein ita ſtatuas, ut imago lucida $xXtl$ incidat in iſtam papyrum, Colores in ejus limbo ſic ampliatos videbis ſat manifeſtos.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Verùm, cùm miſtura Radiorum, quoad Colores diſſimilium, non ſit adeò perfecta in hoc ſpecimine, quin ut è Coloribus aliqui in extremitate Albedinis appareant, (licèt tam exigui, ut incautus fortè non advertat;) placet inſuper obſervare, quòd, ſi vice Lentis refractoriæ Speculum concavum accuratè formatum & perpolitum adhibeas, dicta miſtura fiet omnibus numeris perfecta. Etenim irregularitas illa, quâ Refractiones ita perturbantur, in Reflexionibus nulla eſt; ſed Radii, quoſcunque Colores depingentes & utcunque refrangibiles, ad eoſdem tamen angulos reflectuntur, in quibus incidunt. Quamobrem, ſi MN (*Fig.* 80) ſit Speculum TAB. XVII.

 ellip-

Digitized by Google

Pars II. Sectio I. ellipticum, cujus foci ſint F & X, Radii omnes à puncto F manantes, cujuſcunque ſint generis, ſive Purpuram ad P, ſive Rubedinem ad T, ſive alios alibi quoſcunque Colores ad Speculum exhibentes, omnes accuratè conveniunt in eodem puncto X. Quinimo, licèt Speculum MN non ſit ex ellipticâ figurâ ſegmentum, ſed è ſphericâ, modò ſemidiameter Sphæræ, hoc eſt, diſtantia ejus à focis prædictis F & X, ſatis magna ſit, puta, trium, pluriumve, pedum, & diſtantia focorum valde parva, puta, non plùs quàm unius digiti: ſi hæc, inquam, ponantur, Radii ab F manantes adeò propemodum convenient in X, ut iſtud X, quoad ſenſum, pro exacto Foco habeatur; & eodem modo Radii manantes ab aliis punctis, ut f, ipſi F vicinis, in aliis, ut x, ipſi X vicinis, quàmproximè convenient. Et ſic omnes omninò Colores reflectentur à Speculo PT in unumquodque punctum imaginis xXx, totámque exhibebunt albam.

TAB. XVII. Sunt & alii modi componendi Albedinem; quemadmodum, ſi vice Lentis, Speculive, duo Priſmata ILM, KMN (*Fig.* 81.,) in ſitu ad conſimile Priſma ABC parallelo, ad diſtantiam aliquot pedum juxta poſita, adhibeantur, quæ Radios in contrarias partes refringant, faciántque verſùs X convergere, quos Priſma ABC divergentes effecerat. Colores ad X congregati component Albedinem, ac poſt decuſſationem ſub propriis, (ut antea,) formis ad $\pi\tau$ denuo apparebunt.

Opportuna hìc alia ſubit aſſertionis demonſtratio, quòd Colores in concurſu non deſtruuntur ad Albedinem efficiendam, ſed commiſcentur tantùm; utpote, rotam dentibus undique in perimetro conſitam ita collocabis juxta duo Priſmata ILM & KMN, vel juxta Lentem MN, in præcedenti experimento, ut è Coloribus aliqui in dentem aliquem impingant, dum ceteri per intervallum inter illum & proximum dentem præterlabantur, & in chartam ad præfatum Colorum concurſum X excipiantur. Tum rotam imprimis lentè circumvolve; & videbis ſingulos Colores in chartam, ſine aliquâ Albedinis apparitione, ſucceſſivè procedere; poſtea, ſi rotam tam celeri motu circumagi facias, ut ſuccenturiantes Colores propter velocitatem conſecutionis ab invicem diſtin-

diſtingui nequeant, tranſmigrabunt in Albedinem, eámque, quoad ſenſum, homogeneam, ſine aliquâ Colorum apparitione, ex quibus celerrimè ſe mutuò conſequentibus Albedo illa efficitur, & hanc Albedinem, è Coloribus illis ſucceſſivè commiſtis, componi, per ſe manifeſtum eſt. De Radiorum Lucis Coloribus.

Quinetiam Albedo non tantùm ad locum concurſûs X è commiſtis Coloribus componitur, ſed etiam ad foramen fFf, ubi Lux modò tranſiit Priſma & Colores nondum apparuêre, quandoquidem omnes Radii quibuſcunque Coloribus affecti, qui ad punctum quodvis imaginis xXx convergunt, ab alio quodam puncto foraminis fFf manârunt, & ſic iidem Radii ad utrumque ſpatium fFf, & xXx, miſcentur, & utriuſque Albedinis eadem eſt compoſitio.

At, hæc clariora fient obſervando, primò, quòd rei alicujus, utcunque figuratæ & applicatæ ad foramen fFf, umbra diſtinctè projicitur in papyrum Radios excipientem ad X. Quinimo bullularum aeris in Priſmate latentium, (ſicut vitris omnibus contingere ſolet,) umbras videre licet ad inſtar macularum in dictam papyrum projectas: id, quod nullo pacto contingere potuiſſet, niſi Radii manantes ab aliquot punctis ipſius fFf, in totidem punctis rurſus convenirent ad xXx. Et licet non exactè conveniant in iiſdem punctis manantes ab iiſdem, cùm Lens refractoria, vice Speculi, adhibetur, ut *in Figuris* 78, *&* 79, & proinde Colores nonnullos generent in confinio Lucis & Umbræ, ſicut fuſè explicui; tamen ſpatium, in quod conveniunt, tantillum eſt, ut pro puncto ſenſibili ferme habeatur.

Secundò, ſi Lentem, *in Figura* 78, ita ſtatuas, ut æquidiſtet à Focis ejus F & X; in medio poſita ac deinde Colores excipias in papyrum PT, tum ultrà Lentem verſùs X, tum citrà verſùs F, alternis temporibus admotam; poſſis obſervare, quòd Colores eodem planè modo apparent, diminuuntur, & in Albedinem paulatim convertuntur, dum dicta papyrus motu lento & continuo transfertur ad F, atque dum transfertur ad X; adeò ut divergentia Colorum ab F, & convergentia ad X, omnino ſimilis ſit. Pari ratione, ſi papyrus $\pi\tau$ lentè moveatur ad X, juxta &

pt

Pars II. Sectio I. *p t* moveatur ad F, iidem Colores conſpicientur in utrâque, & eodem modo deſinent in Albedinem; hoc tantùm excepto, quòd eorum ſitus contrariatur, propter decuſſationem Radiorum in X; atque adeò divergentia Colorum ab utriſque F, & X, ſimilis eſt. Quid itaque concludendum eſt exinde, quàm quòd eodem modo commiſcentur, & ad F antequam divaricaverunt ab invicem, & ad X ubi rurſus congregantur in Albedinem? Sed, ut comparatio modò facta evadat illuſtrior, venit obſervandum porrò, quòd cùm papyrus ſtatuitur ipſi F contigua, & amovetur deinde verſùs *p t*, & poſtea ſtatuitur ad X, & amovetur verſùs $\pi\tau$, quòd, inquam, Albedo ad F, & X, in utroque caſu, primò degenerabit in Colores ſecundùm extremitates ejus, dum in meditullio manet alba; cujus rei ratio non eſt alia, quàm quòd Radii divergentes perinde ſegregantur in confinio Lucis & Umbræ. Sic poſito, quòd TAB. XVIII. Radii divergant à ſpatio F*f* (*Fig.* 82.,) alii quidem paralleli tendentes ad AB, atque alii ad priores inclinati ſed inter ſe paralleli tendentes ad CD; prima ſegregatio fiet in extremitatibus juxta lineas FA, & *f*D, ultimáque in medio, veluti ad *g*: nam, lineâ *p t* inter F*f*, & *g* ductâ, videre eſt, quòd paralleli juxta extremitates *p q* & *s t*, ab invicem ſegregantur, ſed mixtim tranſeunt per intermedium ſpatium *q s*.

TAB. XVII. Tertiò, ſicut Lens MN, *in Fig.* 78, refringendo Radios divergentes ab F, facit ut convergant ad X, & ibi conficiant Albedinem; eodem modo, ſi iſti Radii, poſtquam decuſſavêre, divergentes ab X TAB. XVIII. iterum trajiciantur per aliam lentem *m n*, (*Fig.* 83.) priori ſimilem, & ſimiliter poſitam, inter focos ejus X, & *x*, id eſt, æquali ab utriſque diſtantiâ; Colores ſic ad *x* ſecundâ vice congregati Albedinem rurſus component, ſicut ante compoſuerant ad X; hoc tantùm interpoſito diſcrimine, quòd apparebunt in limbo Albedinis ad *x* duplo latioris, quàm, (è mox oſtenſis,) apparent ad X, atque inſuper in ſitu contrario. At Speculis, ut dictum eſt, adhibitis, quæ Lucem aliquoties repercutiant, iſti Colores erunt nulli; atque adeò penicilli FX, & X*x*, evadent omnino ſimiles, & ſimilis fiet decuſſatio & commixtura Radiorum ad F, X, & *x*. Concludendum eſt itaque, quòd

Fig. 78.

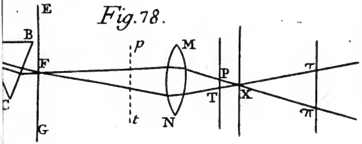


Fig. 79.

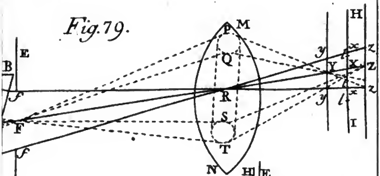


Fig. 80.

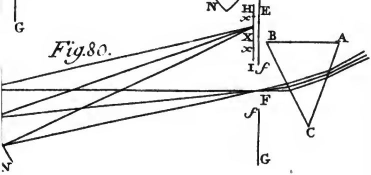
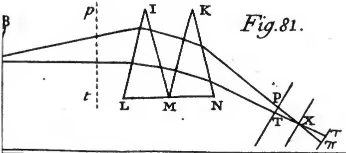


Fig. 81.



Digitized by Google

quòd Lux, cùm modò trajicitur per Priſma, licèt Albedinem exhibeat, tamen conſtat ex Radiis heterogeneis confuſè mixtis, & ab invicem per divergentiam mox diſceſſuris, qui, poſtquam ita ſegregantur, propriis apparent formis; ſin iterum congregantur, Albedinem rurſus componunt, & ſic præterea in infinitum. De Radiorum Lucis Coloribus.

Imò verò Lux non ſolùm componitur ex omnium Colorum Radiis, ut egreditur Priſmate & nondum diſcernitur in Colores iſtos, ſed etiam cùm nondum attigit Priſma, & antecedenter ad omnem Refractionem; & inde, non mirum eſt, quòd, cùm ſegregantur in Colores, virtute Priſmatis Radios inæqualiter refringentis, & Colores iterum commiſcentur ope Lentis, aut alio quovis modo præmonſtrato, quòd, inquam, rurſus componunt Albedinem: neque hoc ſolùm exinde confirmatur, quòd Lux è Coloribus compoſita primigeniæ Luci perſimilis ſit; ſed etiam ex eo, quòd Radii penitus differunt Refrangibilitate, & conceptus non eſt durior, quòd differunt Coloribus; imò, cùm eidem Refrangibilitatis gradui Color idem perpetuò competat, (ut purpureus maximè refrangibilibus, rubeus minimè refrangibilibus, & ſic porrò;) quid aliud ab iſtâ cognatione innuitur, quàm quòd ſint congenita, &, fortaſſe, quòd à communi quâdam cauſâ dependent? Sed, in hujus rei majorem evidentiam, oſtendam præterea, quòd Radiorum Solis æqualiter incidentium quædam genera reflecti poſſunt, dum alia per reflectentem ſuperficiem trajiciuntur; adeòque diverſos Colores diverſis Radiis ante omnem Refractionem ineſſe. Sit ABC (*Fig.* 84.) Priſma, quod excipit Radios, in obſcurum cubiculum per foramen F uno digito latum trajectos, eóſque refringit ad papyrum vel parietem HI iis obſiſtentem apud T: porrò autem, cùm ſuperficies Priſmatis BC non omnes refringat Radios verſùs T, ſed & plurimos reflectat; eos apud P ſiſte etiam cum aliâ papyro KL, in morem albæ imaginis foramini F perſimilis terminante. Deinde, converte Priſma circa axem ejus ſecundùm ordinem literarum ABCA, & videbis, tum amplitudinem Colorum ad T, tum quantitatem Lucis ad P augeri perpetuò, donec tandem, cùm Refractio ad planum BC ſit maximè obliqua, Colores ad T incipient evaneſcere, & reflecti ad TAB. XVIII.

Pars II. Sectio I. P; purpureus primò; deinde cæruleus, viridis & flavus, & denique ruber, cujus quidem Lucis acceſſu imago P fiet multò lucidior, quàm antea. Interea verò, dum Colores ad T gradatim evaneſcunt, videbis Albedinem ad P paululùm mutari, & nonnihil vergere ad cæruleum, per acceſſum nempe purpurei & cærulei, qui primò reflectuntur; id, quod nullo modo accidiſſe potuiſſet, niſi Radiis, prout à Sole veniunt, diſcrimen ineſſe concedatur: ſcilicet, quòd ex iis quidam, ad efficiendos rubeum & flavum diſpoſiti, pertinaciùs & cum minore Refractione penetrant ſuperficiem BC & verſùs T perlabuntur; dum alii, ad exhibendum purpureum & cæruleum parati, ſuperficiem dictam aut penetrant languidiùs, majores Refractiones patientes, aut, ſi nequeant penetrare propter nimiam eorum obliquitatem, tum faciliùs & citiùs reflectuntur ad P, iis primò omnium reflexis, quorum potentia ad iſtam ſuperficiem penetrandam ſit minima, id eſt, purpuriformibus, & ceteris deinde ſuo ordine, prout Incidentia ſit magis obliqua, donec rubriformes ultimò reflectantur obliquitate tantâ debilitati, ut non ſint ampliùs potentes dictæ ſuperficiei reſiſtentiam ſuperare. Atque hæc facilè conſtabunt iis, qui norunt, quòd quò major eſt vis refractiva ſuperficiei cujuſvis, eo citiùs, & ad minorem obliquitatem, Radii reflectuntur; & quò minor, eò magis obliqui penetrabunt.

De hoc autem experimento convenit obſervare, primò, quòd, cùm prædicta variatio Albedinis ad P ſit admodum parva propter exuberantiam Lucis albæ collatæ ad reflexum cæruleum, itaque cavendum eſt, ne Priſmate utaris, quod ex vitro conflatur tincto cum Colore aliquo, ne Lucem ad P reflexam ita tingat, ut difficile ſit dictam variationem obſervare; præſtat adhibere Priſma ex laminis vitreis tenuibus & perpolitis confectum, & aquâ limpidiſſimâ repletum.

Secundò, licèt mutatio dicta ſit parva, tamen ſatis eſt ad oſtendendum, quòd Radii retinent eoſdem Colores cùm reflectuntur, quos exhibent cùm trajiciuntur per ſuperficiem BC; ſiquidem tingunt Albedinem P Colore ſuo, quantùm liceat tam paucis tingere: Colores itaque ſuos habuêre priùs, & eoſdem retinent, ſive

Digitized by Google

ſive refringantur, ſive reflectantur, licèt in mixturis plerumque celati lateant; donec eruantur, (non autem fiant,) virtute Priſmatum. De Radiorum Lucis Coloribus.

Tertiò, ex Luce, ad priorem ſpeciem Albedinis per Reflexionem omnium Colorum à T reſtitutâ, quid aliud denotatur, quàm Albedinem iſtam per miſturam omnium Colorum reproduci? Scilicet, cùm Rubor ultimò reflexus admiſcetur ceteris Coloribus antea reflexis, reflexorum Colorum miſtura tunc perfecta eſt ad Albedinem componendam, quæ ſuperadditur Albedini priùs exiſtenti in P.

Quartò, ne qua oriatur ſuſpicio, quòd Refractiones in ſuperficiebus AC & AB, ad ingreſſum Radiorum in Priſma & egreſſum factæ, poſſint aliquid conducere ad effectus hoſce producendos, obſervare licet, quòd effectus iidem producuntur, cujuſcunque licet magnitudinis ſtatuatur angulus ABC; hoc eſt, quæcunque ſit Refractio ſuperficiei AC; modò Angulus ABC ponatur ejuſdem magnitudinis atque angulus ACB; aliàs enim, pro imagine albâ ad P, generabuntur Colores Experimentum itaque nullatenus dependet à Refractionibus ſuperficierum AC, & AB; imò poſſis efficere, quòd, cùm Colores partim reflectuntur ad P & partim trajiciuntur ad T, Radii perpendiculariter incidant in AC, emergántque ex AB, & ſic neutrâ ſuperficie refringantur, modò ſtatuas angulum ABC, ut & ACB, eſſe grad. 40, circiter, & iidem tamen effectus producentur.

Ceterùm, in majorem evidentiam & explicationem modi, quo prædicta fiunt, liceat experiri per Lucem in Colores diſcretam, quòd purpureus primò, & ceteri deinde, (quiſque ſuo ordine,) reflectuntur. Etenim, (*in Fig.* 85.,) ſint ABC, & ***abc***, duo Priſmata parallela; quorum alterum ABC projiciat Colores in alterum ***abc*** ad diſtantiam duodecim, vel plurium, pedum. Tum, Priſmate ***abc*** circa axem ejus, ſecundùm ordinem literarum ***abca***, converſo, donec tanta ſit obliquitas Radiorum in ſuperficiem ***bc*** incidentium, ut incipiant ad *p* reflecti, non ampliùs potentes penetrare ad *t*. Videbis omnes purpuriformes primò omnium reflecti, ceteróſque deinde ſuo ordine. TAB. XVIII.

Pars II. Sectio I. Veruntamen, quia purpuriformes Radii paulò magis refringantur in primo Priſmate ABC, & ideo magis inclinentur ad ſuperficiem *b c* ſecundi Priſmatis *a b c*, quàm ceteri; poterit objici, quòd eâ de cauſâ primò omnium reflectuntur. Quamobrem, (*in* TAB. XIX. *Fig.* 86.,) duo Priſmata ſtatuantur, non parallela ſibi invicem, ſed in ſitu tranſverſo, ut omnicolores Radii quaſi ad eoſdem angulos incidant in præfatam ſuperficiem *b c*; quo poſito, poſſis obſervare, convertendo Priſma *a b c* circa axem ejus ſecundùm ordinem literarum *a b c a*, quòd Radii purpuriformes primò omnium reflectuntur, & ultimò rubriformes, Coloribus ad *p* continuò tranſlatis, prout à *t* diſpareant.

Sunt & alii præterea modi, quibus experiri liceat, quòd, ex Radiis ſimiliter incidentibus, quædam genera penitus reflecti poſſunt, dum alia partim tranſmittantur. Quemadmodum, ſi EFG (*Fig.* 87.) ſit operculum feneſtræ ad F terebratum, & foras ſtatuatur Priſma ABC, quod Lucem Solis foramen F ingreſſuram intercipiat, & refringat verſùs *f*. Ad illud *f*, pedibus ab F duodecim, aut longiùs, poſtpoſitum ſtatuatur opacum corpus *efg*, quod Lucem ſiſtat, dempto parvo foramine *f*, per quod aliqua pars Lucis, nempe violacea, longiùs trajiciatur ad *y*. Iſtud autem *f* non ſit ſemiſſe digiti latius. Deinde, præ manibus ſumatur aliud Priſma *abc*, &, ad Radios tranſverſè poſitum, ſtatuatur à poſticâ parte foraminis *f*, circáque axem ejus convertatur, donec videas Lucem violaceam, poſtquam ab ejus baſi *bc* obliquiſſimè refracta fuerit verſùs *t*, totámque à *t* diſparuiſſe modò, & ad *p* reflecti. Luce violaceâ tam obliquè ad *p* reflexâ, ut ad *t* ſtatim pervaſura eſſet, modò ex angulari motu Priſmatis ſecundùm ordinem literarum *a b c a* facto angulus *cyf* vel minimùm augeretur, Priſma iſtud *abc* in eo ſtatu figatur; tum alterum Priſma ABC motu circa axem ejus nunc hàc nunc illac parum convertatur, ut Colores, quos projicit in obſtaculum *eg*, paululùm attollantur, eóque pacto omnes ſucceſſivè tranſmittantur per foramen *f* in poſterius Priſma *abc*; & videbis, quòd, cùm Flavedo tranſmittitur ad *y*, illi Radii, non omnes ad *p* reflectentur, ſed plurimi perrumpent ſuperficiem *bc*, & ad *t* pertingent.

Et,

Fig. 82.

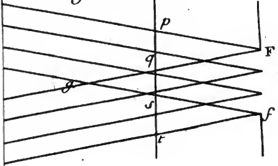


Fig. 83.

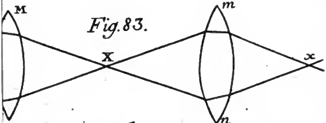


Fig. 84.

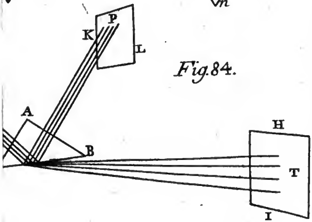
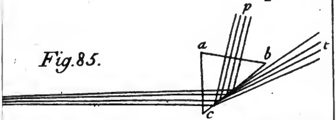


Fig. 85.



Digitized by Google

Et, cùm Rubor ad *y* tranſmittitur, illi Radii fortiùs adhuc perrumpent, ut ex copiâ perrumpentis Lucis & minori ejus Refractione conſtet. Neque mirum videatur, quòd purpuriformes Radii ſint minùs potentes penetrare ſuperficiem *bc*, quàm rubriformes; quandoquidem, Priſmatibus eodem modo diſpoſitis, antehàc oſtendi, quòd majorem Refractionem patientur, poſito ſcilicet angulo *cyf* tanto, ut omnigeni Radii poſſint ſuperficiem *bc* penetrare. Jam, cùm Radii, qui citiùs & faciliùs reflectuntur, in experimento *ad Fig.* 84. tradito, nempe purpuriformes, etiam citiùs & faciliùs reflectantur in experimentis duobus noviſſimè recitatis; cùm eadem iiſdem Radiis ſemper eveniant, liquet quòd hoc fit, non ex contingentiâ, ſed ex prædiſpoſitione Radiorum; &, quòd antecedenter ad omnem Reflexionem, aut Refractionem, quidam ad exhibendos quoſdam Colores ſunt apti, & faciliùs reflexibiles; alii verò aliis Coloribus & progrediendi viribus, afficiuntur. Neque aliud experimentis jam recitatis diſcrimen intereſſe videtur, quàm quòd, in primo Radii omnium formarum, prout à Sole adveniunt, confuſè mixti incidant in Priſma, quod rubriformes tranſmittit, & reflectit cæruliformes; in reliquis autem duobus experimentis, diſſimiles Radii priùs diſcernuntur ab invicem, quàm incidant in dictum Priſma. De Radiorum Lucis Coloribus.

Ad hæc lubet alium adducere modum, quo diſſimilitudo Radiorum in Luce Solis mixtorum innoteſcat, non multò diſſimilem ei ad *Fig.* 84. oſtenſo, ſed conſpectui jucundiorem, & æquè ſcientificum. In *Fig.* 88. ſunto A*a*B*b*C, & B*b*D*d*C duo Priſmata ita juxta ſe poſita & colligata, ut duo ex eorum planis CB*b* conveniant ſibi, & coincidant; excepto tantùm, quòd nonnihil aeris in morem tenuiſſimæ laminæ intercedat iis; id, quod eveniet ultro, ſiquidem haud queas Priſmata tam arctè conſtringere, quin tantum intercedat aeris, quantum propoſito ſufficiet. Porrò, in majorem rei evidentiam, convenit, ut anguli ACB, & CBD ſint æquales proximè, eò ut plana A*a*C, & B*bd*D fiant parallela, licèt hoc non ſit omnino neceſſarium. His præmiſſis, ſtatuantur dicta Priſmata juxta foramen F, ut Lux ingreſſa per ea trajiciatur verſùs 7, primò permeans ſuperficiem A*a*C; deinde TAB.XIX.

Pars II. Sectio I. intermediam ſuperficiem B*b*C; & inde per B*b**d*D prolapſa in papyrum ad τ collocatam, quam Albedine tingit, tanquam ſi non omnino tranſiret Priſmata, ſed vitrum parallelis planis A*a*C, & B*b**d*D terminatum. Præterea, cùm intermedia ſuperficies B*b*C Lucem ei incidentem non omnem tranſmittat ad τ, ſed multam reflectat, quæ aliquò exibit è Priſmate ABC per ſuperficiem ejus A*a*B*b*, puta, verſùs π. Ad illud π ſtatuatur alia papyrus, quæ Lucem hanc ſimiliter albicantem terminet; quod ubi feceris, converte Priſma quadrangulare, (ex duobus triangularibus colligatis confectum,) motu lento circa axem ejus, ſecundùm ordinem literarum ABDCA, tandémque videbis, quòd Albedo ad π ac τ degenerabit in Colores, Flavedine primò, deinde Rubedine ad τ conſpectâ, cæruleo autem Colore ad π, donec, poſt intenſiſſimam Rubedinem ad τ, Color & Lux omnis evaneſcat inde, & cæruleus ad π iterum tranformetur in Albedinem aliquantò lucidiorem, quàm antea. Utpote, dum Priſmata circa communem axem, ut dictum eſt, convertantur, Radiorum in mediam ſuperficiem B*b*C, (hoc eſt, in laminam aeris Priſmatibus interjectam,) prolapſorum Incidentia continuò fit obliquior, donec tanta ſit eorum obliquitas, ut nequeant ampliùs penetrare dictam laminam, progredíque ad τ, ſed abinde reflectantur ad π; quod accidet, cùm angulus F*e*C, (obliquitas incidentium,) ſit graduum ferè quinquaginta. Radii autem purpuriformes, minimè omnium potentes penetrare dictam laminam aeream, reflectentur primò & Albedinem priùs reflexam ad π nonnihil tingent eorum Colore, dum, ex Radiis prælerlabentibus ad τ, Flavedo imperfecta, aut potiùs Color inter flavum & viridem mediocris componitur. Poſtea cæruleus, & viridis deinde reflexus, paulò magis tinget Lucem in π cum Colore cæruleo, (licèt admodum diluto propter exuberantiam Albedinis commixtæ,) manebítque Rubor in τ, qui mox per Flavedinis hactenus commixtæ Reflectionem fiet intenſior, donec ipſe etiam, denuo reflexus, Albedinem in π redintegret.

Ceterùm, ut hoc ſpecimen evadat illuſtratius, ſumatur aliud Priſma GHI, quod à poſticâ parte Priſmatum ABCD ita collocetur,

Digitized by Google

cetur, ut Lucem O*e*7 per ea tranſmiſſam refringat verſùs PT, & in Colores permutet; violaceo in P, rubeo in T, ceteríſque in intermedia loca projectis. Tum, Priſmata colligata circa communem axem, (ut priùs,) rotentur, donec Lux alba verſùs 7 tranſmiſſa incipiat flaveſcere; & videbis, quòd Color purpureus in P ſimul evaneſcet. Id, quod arguit purpuriformes Radios, non ampliùs ad Priſma GHI pertingere, ſed à ſuperficie CB*b* primò omnium ad π reflecti; & Lucem *e*7 ideo flaveſcere, quòd Purpura è miſturâ tollitur, quâ priùs Albedinem exhibuit. Ad eundem modum, ſi Priſmata ABCD diutius rotentur, videbis reliquos Colores à π ad 7 ſucceſſivè diſparere, prout Lux *e*7 plùs plúſque rubeſcit; &, cùm ſit ruberrimma, tum ſolam Rubedinem in 7 manere: quod manifeſtò convincit hanc Lucem *e*7 non aliunde rubeſcere, quàm quòd à Radiis aliorum Colorum, per ſuperficiem CB*b* reflexis, ſecernitur.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Simili ratione, ſi, cum Priſmate quarto KLM refringas Radios ad π reflexos, & Colores eo pacto productos & in album parietem projectos, duodecim pedes, aut longiùs diſtantem, animadvertas, videbis, quòd, cùm Lux *e*7 incipit viride-flaveſcere, Purpura *p*, quam Priſma hoc elicit è Luce *e*π, pluſquam ceteri Colores augebitur, per acceſſum nempe Purpuræ, quæ tum in P diſparuit; ceteríſque deinde Coloribus in *pt* gradatim fiet acceſſus, prout à PT diſparent, donec, cùm omnis Color à PT diſparuit, Colores ad *pt* non ampliùs augeantur; hoc autem diſcrimine, quòd violaceus, & cæruleus, ad *pt* augmentum ſuum omne paulò citiùs obtinent, quàm rubeus, aut flavus; ſed hoc tam exile eſt, ut obſervator, niſi ſit attentus, ægrè advertat.

Ut iſtis denique finem imponamus, lubet alium adducere modum, quo quædam genera Radiorum, Luce Solis intermiſta, partim tranſmitti poſſint, dum alia reflectuntur. Nempe ſi duas laminas vitreas CB, (*Fig.* 89,) planè perpolitas & ad invicem applicatas, ſecundùm planitiem earum connectas, eáſque vaſi RQ aquæ pleno immergas, extremitate ſuperficierum juxta poſitarum undique cerâ, vel pice, priùs obturatâ, ut aqua non interrepat & expellat aerem, qui, more laminæ tenuiſſimæ, ut dictum eſt, inter-

TAB.XIX.

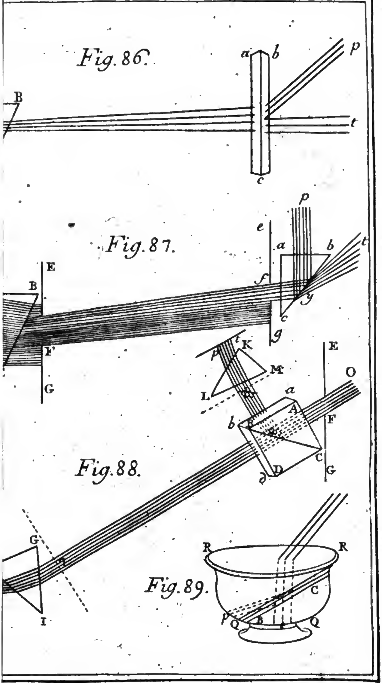
Pars II. Sectio I. interjacebit vitris; ſi hæc, inquam, fiant, poſſis efficere dictorum vitrorum talem eſſe ſitum, ut, (illucente Sole,) aer interjectus cæruliformes Radios reflectat verſùs *p*, & tranſmittat rubriformes verſùs *t*, atque alias omnes apparentias modò recenſitas exhibeat.

Ceterùm de hiſce modis experiendi notandum venit, primò, quòd Colores hìc producuntur à parallelis ſuperficiebus, quarum aliquæ recurvant Radios, quantùm aliæ incurvant; atque adeò, quæ mutuos effectus deſtruerent, ſi quos in immutandis intrinſecis diſpoſitionibus Radiorum, quoad eorum Colores, ut opinantur Philoſophi, producerent. Deinde, quòd Lux, poſtquam per iſtas ſuperficies trajiciatur, licèt alba ſit, manifeſtò tamen conſtet ex heterogeneis Radiis; quandoquidem, eorum aliqua genera penitus reflecti poſſunt ad *p*, dum alia ad *t* partim trajiciantur. Et eàdem ratione conſtat reflexam Albedinem ſimiliter compoſitam eſſe, ſiquidem, (ut dixi,) redintegrata eſt, cùm Rubor omnium ultimus reflectitur à *t*; & hæc ex eo etiamnum ſummè confirmantur, quòd à ſolâ vitrorum obliquitate ſine aliquâ Refractionis, vel Reflexionis novâ modificatione, efficiuntur.

Lux itaque, quamvis uniformis eſſet, quæ à Sole immediatè profluit, poſtquam tamen unquam reflexa vel refracta fuit, conſtat ex heterogeneis Radiis. Et ejuſmodi eſt ea Lux omnis, quæ per vitreas feneſtras trajicitur, vel quam Planetæ, nubes, &c. ad nos reflectunt. Imò Lux omnis à Sole, aut lucernis quibuſvis, derivata, ſiquidem aliqualem ſaltem Refractionem ab Atmoſphærâ, (ut dicunt Aſtronomi,) patitur; ut taceam, quæ in objectis, denuóque in Oculi tunicis, ante viſionis actionem impreſſam, fiunt. Jam, ſi nihil aliud oſtenderam, fuiſſet aliquod prodiiſſe tenus; ſiquidem omnia viſibilium phænomena nobis per ejuſmodi Lucem exhibentur. Atqui, cùm Solis Lux immediata albere cenſeatur, & ille Color non ſit ex primitivis, ſed per miſturam generari oſtendatur; &, cùm nullum inter Lucem originalem, & illam, quæ à diverſicoloribus Radiis componitur, ſenſibile diſcrimen intercedat, haud dubitandum eſt, quin utraque ſit ejuſdem naturæ. Imò verò certiſſimum eſt, ſiquidem (in Prop. II. *) oſtenditur, quòd inhærentes diſpoſitiones, vel formæ Radiorum, quibus apti

ſunt

* Pag. 193. hujus.


Fig. 86.
a
b
p
B
t
c
Fig. 87.
p
e
a
b
t
E
B
f
y
c
g
F
G
Fig. 88.
t
K
p
M
L
E
O
a
A
b
B
F
C
D
G
G
I
Fig. 89.
R
R
C
p
Q
B
Q

Digitized by Google

ſunt ad proprios Colores exhibendos, nec deſtrui poſſunt, nec ullo modo, vi ſecundariæ Refractionis, mutari. Et par eſt ratio de Refractione primariâ. Concludendum eſt itaque, quòd iſtæ diſpoſitiones ſunt inſitæ Radiis ab eorum origine, quamvis proprios Colores, antequam heterogenei ab invicem, virtute Refractionis, ſecernantur, exhibere nequeant.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Ceterùm de eo, quòd dixi, Lucis Colorem album eſſe, & tamen Sol aliquantulùm flaveſcere videtur, notandum eſt, quòd cæruliformes Radii ab Atmoſphærâ præ ceteris conturbantur, (ut cæruleus ejus Color innuit,) & inde, quòd è directis ſolaribus Radiis flaviformes prævalere ſolent, & efficere, ut Sol flaveſcat, qui ſecus fortaſſe appareret albus. Et ad hunc effectum Atmoſphæra, circa Solem fortè conglobata, poteſt etiam conducere. At non eo inficias, quin aliquod Radiorum genus in originali Luce ſæpiſſime redundet, quandoquidem flammarum & ſyderum diverſi ſunt Colores.

De Lucis & Albedinis compoſitione hæc ſatis. Quòd autem Nigredo ex omnibus Coloribus ſimiliter compoſita ſit, & in ſolo Lucis defectu ab Albedine differat, ex eo manifeſtum eſt, quòd nigrorum, in Radiis ſolaribus intra cubiculum (aliàs obtenebratum) intromiſſis, poſitorum termini omnigenis Coloribus tincti apparent, ſi Priſmate juxta Oculum interpoſito inſpiciantur; quòd ſingulos Priſmatis Colores ſeorſim incidentes pari intentione reflectant, ídque longè debiliori, quàm alba corpora; & quòd alba, defectu Lucis, nigreſcere videantur, ita ut corpus, (quod revera album eſt,) in debiliori Luce nigrius apparere poſſit.

Denique de cinereis, ceteríſque non primitivis Coloribus Propoſitio manifeſta eſt; ſiquidem cinereos ex albo, & nigro; ceteróſque omnes ex rubro, flavo, & cæruleo componere norunt Pictores.

PROP. IV.

Primitivi Colores per compoſitionem Colorum ſibimet utrinque confinium exhiberi poſſunt.

Hoc variis modis, (perinde ut in Albedinis compoſitione, ſiſtendo aliquos è Coloribus antequam compoſitionem ingrediantur,) ten-

tentari poteſt; & ipſe aliquos expertus ſum, quibus conſtitit luteum à croceo, & ſubflavo; porraceum à ſubflavo, & thalaſſino, (vel etiam, minùs perfectè, à luteo, & cyaneo;) & cyaneum à thalaſſino, & indico; alióſque omnes Colores à Coloribus hinc & inde conterminis componi poſſe. Quinetiam, indicus, cum rubei extremitate contemperatus, purpuraſcebat; & minius cum extremâ Purpurâ paululùm conſperſus, coccineus evaſit; tanquam, ſi inter Colorum extremitates intercederet affinitas, qualis eſt in Sonis inter octavæ terminos.

Iidem Colores à Coloratis pulveribus componi poſſunt, ſed minùs perfectè, ut opinor, propterea quòd ipſi componentes ex aliis Coloribus, (quorum aliqui ſunt diſſimiliores,) componuntur.

Ceterùm, ne nimius hìc ſim, breviter dicam, quo pacto priſmatici Colores in hos effectus producendos optimè miſceri poſ-
TAB. XX. ſunt. Nempe, Priſma GDE, (*Fig.* 90.,) ex pellucidiſſimis & perpolitis lamellis vitreis in vaſculum aquæ plenum coaptatis, efficiatur, quo Radiorum, in Colores per divergentiam diſcretorum, duo quælibet genera, juxta diverſos angulos D, & E, ſat acutos & æquales tranſmiſſa, ad invicem verſùs H cogantur.

PROP. V.

Corporum naturalium Colores è genere Radiorum derivantur, quos maximè reflectunt.

Hoc è præmonſtratis tantâ neceſſitate & evidentiâ conſequitur, ut ſupervacaneum eſſe videatur me aliquid de induſtriâ hìc in probationem ejus moliri. Utpotè, cùm oſtenſum ſit, quòd nullius generis uniformium Radiorum Color per Reflexionem à corpore phyſico mutari poſſit, ſed unumquodque Colore Radiorum tinctum appareat, quibuſcum illuminatur: Si corpus cujuſcunque ſubdialis Coloris à Solis rubriformibus Radiis in tenebroſo cubiculo illuminetur, rubeſcit; ſi flaviformibus illuminetur, flaveſcit; ſi viridiformibus, vireſcit; & ſic prætereà.

Sed in hujus rei majorem evidentiam obſervandum eſt inſuper, quòd unumquodque corpus, proprium Colorem præ ceteris ſeorſim incidentibus, copioſè reflectit. Sic, cinnabaris in Luce rubeâ

Digitized by Google

rubeâ maximè reſplendet; in viridi, minùs; & adhuc minùs in cæruleâ. Sic, indicum in violaceâ & cæruleâ Luce maximè reſplendet, & ſplendor ejus gradatim diminuitur, pro ut in rubeam Lucem per gradus intermedios continuò transfertur. Sic, porrus Lucem viridem, pluſquam rubeam aut purpuream, reflectere conſpicitur; & ſic in aliis. Et, quò corpora ſub dio ſunt intenſiorum & magis ſpecificorum Colorum, eò minùs in alienâ Luce reſplendent.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Quamobrem, ut hæc faciliùs & magis cum evidentiâ pertentes, corpora ſeligere oportet intenſis Coloribus, &, quàm poteris, maximè ſimplicibus prædita; id, quod cognoſces, ſi, Priſmate adhibito, ſeligas, quæ, ad extremitates Nigredini conterminas, diſtinctiora apparent & minùs variegata. Præterea, Colores Priſmatum, quos in hæc corpora projicis, debent eſſe ab invicem, per plures Refractiones, optimè diſcreti. Nam, ſi Colores per unici tantùm Priſmatis, juxta Lucis ingreſſum poſiti, Refractionem fecernantur, non Color Lucis incidentis, ſed alius quidem, inter corporis in aprico conſpecti & Lucis hujus incidentis Colorem intermedius, generabitur. Quemadmodum, ſi hujuſmodi Lux flava in cæruleum Corpus incidat, corpus illud non flaveſcet, ſed virebit potiùs; propterea quòd plures è viridiformibus Radiis, in hâc flavâ Luce latitantibus, quàm è flaviformibus reflectere aptum ſit; & ſic, rubeum corpus in viridi Luce flaveſcere poteſt, & in cæruleâ Luce vireſcere, ſi modò Lux illa ab aliis commiſtis Coloribus non bene purgetur. Et, ob hanc cauſam, ſummè cavendum eſt in faciendis hiſce experimentis, ut cubiculum fiat obſcuriſſimum, ne Lux erratica cum priſmatico Colore commiſceatur.

Denique quò Coloris cujuſvis, à corporibus ſub dio diverſè coloratis reflexi, quantitas innoteſcat meliùs, corpora illa in eâdem Lucis qualibet ſpecie juxta poſita confer, & videbis unumquodque in Luce proprii Coloris præ ceteris reſplendere. Sic, indicum in cæruleâ, vel purpureâ, Luce pluſquam cinnabaris reſplendet; & minius in rubeâ. Aut, ſi fortè, (propter alterutrius Coloris imperfectionem & obſcuritatem,) ambo æqualiter in Luce vio-

 laceâ

Pars II Sectio I. laceâ reſplendere contingat, tum in rubeâ Luce cinnabaris fiet longè illuſtrior, aut, contra, longè debilior in Luce violaceâ, ſi æqualiter reſplendeant in rubeâ. Cinnabaris itaque plures è rubriformibus, quàm aliis quibuſlibet Radiis, reflectit, & proinde rubet. Indicum verò plures è cæruliformibus & purpuriformibus reflectit, & proinde fit intermedii Coloris. Et ad eundem modum, ſi in albis corporibus fiat experimentum, conſtabit, quòd omnigenos reflectant æqualiter; & ſic in aliis.

Antequam huic de Coloribus phyſicorum corporum Propoſitioni finem impono, placet annotare de quibuſdam apparentiis quantâ neceſſitate conſequuntur è noſtris principiis, quæ aliàs miræ viderentur & explicatu difficillimæ. Et imprimis; quia corpora evadunt colorata reflectendo quædam genera Radiorum, & intromittendo cetera, ſi aliquatenus tranſpareant; concludendum eſſe videtur, quòd Colores maximè tranſmittantur, qui minimè reflectuntur; & inde, quòd alius ſit eorum Color, cùm tranſpiciuntur, atque alius cùm cernuntur Luce reflexâ. Et hoc, quàm bene convenit cum experientiâ, videre eſt in libro M. Boylei de Coloribus conſcripto. Scilicet, infuſio ligni nephritici, quando diverſâ Luce tranſpicitur, rubea, vel flava, appareat; & cærulea, cùm cernitur ad plagas Lucis incidentis. E contra verò, aurum foliatum apparet flavum, & tranſparet cæruleum. Sic, vitri fragmenta per totam profunditatem colorata, qualia in antiquis templorum feneſtris reperiuntur, varios plerumque Colores, pro poſitione Spectatoris, exhibent. Et craſſiorum laminarum vitri pellucidiſſimi, (qualia ad fabricanda Teleſcopia adhibentur,) cùm obverſas oras aſpexi, cæruleum vidi reflexum; & flavum tranſmiſſum, cùm perſpexi: Cæruleus autem maximè apparuit, cùm illuſtrabatur jubare in obſcuratum cubiculum immiſſo, & à Lente concavâ diſtracto, ne nimiâ Luce Color perfunderetur. Neque ullus dubito, quin plurima exiſtant hujus rei exempla, ſi quis operæ pretium duxerit in variis liquoribus, aliiſque corporibus tranſparenter coloratis, examen inſtituere, interea cavendo, ne Lux è pluribus plagis ſimul incidat.

Quòd autem iſthoc non ſemper eveniat, (quemadmodum in eâdem

eâdem infuſione ligni nephritici, cùm cæruleus Color ſalibus acidis deſtruitur, & in aliis pleriſque, quæ undique ſunt ejuſdem Coloris,) ratio eſt, quòd corporibus non ſolùm inſit poteſtas reflectendi, vel tranſmittendi, Radios, ſed etiam ſuffocandi & in ſe terminandi. Sic, aliqua obſtruunt & retinent omnigenos Radios, eóque pacto fiunt undique nigra; alia reflectunt quoſdam, ceteróſque ſupprimunt, ut opaca colorata; alia quoſdam ſupprimunt, ceteróſque partim reflectunt & partim tranſmittunt, ut tranſparenter colorata, quæ circumcirca ejuſdem ſunt Coloris; & alia quoſdam reflectunt, ceteróſque tranſmittunt, ut in exemplis jam allatis conſtitit. Atque ita præterea. De Radiorum Lucis Coloribus.

Porrò, quòd liquoris colorati varia craſſities aliquando ſpeciem Coloris variare poteſt, cum noſtris principiis quamoptimè conſentit. Sic, infuſio ligni nephritici, pro variâ ejus craſſitie, vel flavum, vel rubeum Colorem referre poteſt. Cujus rei rationem ut intelligas, concipe, quòd liquor ille ſit aptiſſimus ad reflectendum purpuriformes & cæruliformes Radios, ineptiſſimus ad reflectendum rubriformes, & mediocriter aptus ad reflectendum mediocres; &, (in *Fig.* 91.,) poſito ABC vitro coniformi hujus infuſionis pleno, ſit FI craſſities ejus cum aureo Colore ſplendentis; EH major craſſities, ubi incipit rubeſcere; ac DG craſſities, ubi ſit intenſioris & ſubobſcuri Ruboris. Et, (cùm cæruliformes & purpuriformes Radii citiſſimè reflectantur, ut ex eo patet, quòd unius tantùm guttulæ craſſities ad eos Colores reflectendos & Spectantibus exhibendos ſufficit,) ex illis pauciſſimi penetrabunt ad profunditatem FI, ſed plurimi viridiformes, & adhuc plures flaviformes unà cum rubriformibus trajicientur, ex quâ miſturâ fiet iſte Color aureus. At, per profunditatem EH pauci è flaviformibus tranſibunt, & pauciores è viridiformibus; ac ſoli ferè rubriformes ad uſque profunditatem DG pervadere valebunt; quinimo ex illis etiam complures in itinere reflectentur; & inde Rubor trajectus ſubobſcurus evadet. TAB. XX.

Ad eundem ferè modum, cùm Lux per plura corpora diverſis Coloribus pellucidè tincta trajicitur, Color ille ex adverſo videbitur, qui facillimè pertranſit omnia. Quòd ſi nullus poteſt

Part II. Sectio I. omnia pertranſire, utcunque ſeorſim pellucida exiſtunt, conjunctim tamen evadent maximè opaca. Quemadmodum, ſi lamina AB tranſmittat ſolos rubriformes; & CD ſolos cæruliformes; cùm juxta ponuntur, tranſmittent nullos. Cujus quidem rei exemplum habes in *Micrographiâ* Mri. HOOKII de cæruleo & rubeo liquore, qui ſeorſim apparuêre, & conjunctim fuêre opaci.

Denique huc referri poteſt, quòd, cùm aliquis è Coloribus priſmaticis per corpus tranſparenter coloratum trajicitur, intermedius Color emergit. Sic, Viriditate, v. g., in vitrum tranſparenter rubeum incidente, flaviformes Radii, qui in illâ Viriditate commiſti latent, præ ceteris, vitrum fortaſſe pervadent, efficiéntque, ut Lux emergens flaveſcat.

Sed videor officii limites exceſſiſſe, in campum phyſicum nimis expatiatus. Viſum quidem fuerat hæc attigiſſe, ut univerſa rerum conſenſio pateret; ſed ſiſto gradum, ac tandem, coronidis loco, inſtrumentum quoddam haud inelegans deſcribam, quo præfata omnia ſummâ cum evidentiâ tentari poſſunt.

TAB. XX. Sit ABC *abc*, (*Fig.* 92,) Priſma, quod Radios, per foramen F in obſcuratum cubiculum tranſmiſſos, refringat verſùs Lentem MN, ut Colores, quos efficit in *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, per Lentem deinde transjiciantur ad X, & ibidem commiſceantur in Albedinem componendam, ſicut in præcedentibus oſtendi. Deinde aliud Priſma DEG *ged*, priori parallelum, ad locum X, ubi Albedo redintegrata eſt, ſtatuatur, quod Lucem verſùs Y refringat. Hujus autem Priſmatis verticalis angulus G*g* ſit æqualis angulo verticali C*c* Priſmatis anterioris, aut eo fortè minor, & ſimiliter poſitus, ut incidentes Radios in paralleliſmum reducat, quos Priſma anterius diſperſit.

His poſitis, obſervabis, an Lux Y, (pedes aliquot diſtans trajecta,) æquè alba maneat, ac fuerit in X, vel ſenſim abeat in Colores. Si penitus appareat alba, tunc Priſmata cum Lente rectè diſpoſuiſti; ſin aliqui Colores ad Y cernantur, Priſma DEG circa ſuum axem eo modo parùm converti debet, ut Colores minuantur; &, cùm penitus evanuêre, & Lux in totum albeſcit, ſiſte Priſma. Quod ſi nequeas hoc modo efficere, quin Lux, inter tran-

tranſeundum ab X ad Y, ex aliquâ ſuâ parte tranſmigret in Colores, Lentem MN paulò longiùs à Priſmate ABC transfer; &, loco X rurſus invento, ubi Colores in Albedinem accuratiſſimè convergunt, in eo ſtatue Priſma DEG, ut priùs; & rurſus experire, an poſſis Lucem ſine Coloribus ad Y projicere; &, cùm eò uſque mutaveris poſitiones Priſmatum & Lentis, dum effeceris Lucem ad Y trajectam, quàmminimè poſſis, coloratam, Priſmata cum Lente in eo ſitu figantur, ídque, vel ope trabis, ut in ſchemate deſcribitur, vel tubi, aut inſtrumenti cujuſvis in eum finem fabricati. De Radiorum Lucis Coloribus.

Cùm habeas hanc machinam è Priſmatibus & Lente, ut dictum eſt, compoſitam; ope Lucis per eam tranſmiſſæ cuncta poſſis experiri, quæ hactenus fuerunt tradita. Hæc enim Lux XY jubari à Sole directo perſimilis eſt, & eaſdem omnes apparentias exhibet, ac ſi à foramine F rectâ promanâſſet, nullam omnino Refractionem paſſa, adeòque ejuſdem eſſe conſtitutionis facilè credamus. Et tamen, cùm in ſua principia componentia, hoc eſt, in Radios diverſorum generum, apud Lentem MN diſcreta ſuerit, facile erit modos examini ſubjicere, quibus poſthac in Colores converti poteſt, ídque tantum ſiſtendo hoc, vel illud Radiorum genus apud MN, ut conſtitutio Lucis XY, quoad ejus converſionem in Colores, pateat.

Quemadmodum, ſi deſideretur, ut ſenſui planiſſimè pateat, quòd Priſma convertit Lucem in Colores, non tranſmutando proprietates ejus intrinſecas, ſed ſegregando tantùm Radios, ad excitandum varia Colorum phantaſmata diſpoſitos, ex quibus Lux omnis albens conſtituitur. Nihil aliud agendum eſt, quàm ut Priſma aliquod HIK ita ſtatuatur, ut Lucem XY excipiat, & refringendo tranſmutet in Colores P, Q, R, S, T in papyrum aliquam procidentes. Deinde, ſi Colorem quemlibet apud Lentem MN interpoſito obſtaculo ſiſtas, videbis eundem Colorem à papyro LV deficere. Sic, Purpuram *p* obſtruendo, diſparebit Purpura P, ceteris Coloribus non omnino mutatis; (dempto fortè cæruleo, quatenus aliquid Purpuræ commixtum habeat.) Sic, viridem *r* intercipiendo, viridis R evaneſcet; & ſic de aliis. Atque ita

Pars II. Sectio I. ita videre eſt, quòd iidem Colores apud papyrum LV, & apud Lentem MN pertinent ad eoſdem Radios, iiſque non communicantur à Refractione Priſmatis HIK; ſiquidem præexiſtebant, ſegregati quidem ad Lentem MN, & congregati in Luce XY.

Ad eundem modum, ſi cupias experimenta penitus rimari, quibus aliqua genera Radiorum omninò reflecti poſſint, dum alia, (licèt ſimiliter incidentia,) partim tranſmittantur; Priſma HIK circa axem ejus converte, donec altera pars Colorum, (violacea nempe, & cærulea,) poſtquam obliquiſſimè refracta fuerit verſùs LV, abinde penitus diſpareat verſùs π deflexa; parte tamen alterâ ad LV pervadente. Deinde, ſi dimidium Colorum, Rubedinem verſùs, intercipias ad MN, Rubor & flavus diſparebunt ad LV, & Lux ad π reflexa fiet admodum cærulea. Sin alterum dimidium, Purpuram verſùs, intercipias,Rubor apud LV non mutabitur, ſed Lux in π, (propter ablatum purpureum, & cæruleum,) flaveſcet, aut rubeſcet. Id, quod indicat purpuriformia, & cæruliformia, Radiorum genera penitus ad π reflecti, dum cetera partim refranguntur ad LV. Præterea, ſi corpus aliquod coloratum, v. g., cinnabaris, hac Luce XY illuminetur, ſub proprio Colore perinde apparebit, quaſi in Luce ſubdiali conſtitutum aſpiceres. Quòd ſi cæruliformes & viridiformes Radios juxta Lentem prælapſuros intercipias, Rubor ejus intendetur: At, cùm rubriformes Radios intercipis, cinnabaris non ampliùs rubebit, ſed Flavedinem, aut Viriditatem, aliumve quemvis Colorem, pro ſpecie Radiorum, quos prætermittis, induet. Nec ſecus alia Colorum phænomena, quæ Priſmata ab immediatâ Solis Luce eliciunt, ope Lucis hujus XY, poteris experiri, &, intercipiendo quodvis Radiorum genus apud MN, eorum cauſas intueri.

Si quis autem velit inſtrumentum, quale jam deſcripſimus, ad experimenta hujuſmodi inſtituenda conficere, Lentem adhibeat latam tres digitos, & ampliùs, quæ Radios parallelos ad focum duos pedes, circiter, diſtantem congregat; atque ita Priſmata diſtabunt octo pedibus, & conficient inſtrumentum ſatìs magnum, quo omnia ſtrictiùs examini ſubjiciantur. Quod ad poſitionem Lentis attinet, ſi Priſmatum anguli verticales ACB, & DGE, ſunt

ſunt æquales, puta 60, vel 70, graduum, ipſa æqualiter ab utriſque diſtabit. Sin alter angulus ſit major altero, Lens illi Priſmati vicinior collocetur, cujus angulus verticalis exiſtit major. Et nota, quòd jubar X Y per ſpatium eò latius diffunditur, quò Lens ſtatuitur anteriori Priſmati A B C vicinior. Atque adeò, ſiquando opus ſit amplo jubare, debes tantùm efficere, ut Lens ſit aliquantò vicinior anteriori Priſmati, quàm poſteriori, & adhibere Priſma poſterius, cujus angulus verticalis ſit tanto ferè minor, quàm angulus verticalis anterioris. Denique, ſi velis, ut Colores in Lentem illam procidentes ſint magis directi & ab invicem diſtracti, quàm more jam deſcripto contingat, eâ nempe de cauſâ, ut ſingula Radiorum genera pro lubitu diſtinctiùs, ſive magis ſejunctim intercipiantur; (id, quod in experimentis nonnullis neceſſarium duco;) nihil aliud agendum eſt, quàm ut Lux per duo parva foramina F, & f, ab invicem longè diſtantia, priùs trajiciatur, quàm incidat in Priſmata; vel, ut alia Lens non procul ab interiori Priſmate collocetur, quæ apta ſit, ut Lucem, à longinquo foramine F divergentem, congreget ad alteram ſubſequentem Lentem M N. Ceterùm, hoc inſtrumentum ſic rectè diſponere invenio moleſtiſſimum eſſe, ut & effectus ejus haud ita diſtinctos & ſenſui patentes ac in præcedentibus, ubi per pauciores Refractiones & majora vitrorum intervalla oſtendebantur. Et eapropter Auditores imprimis illa ſimpliciora & faciliora experimenta examini conſultiùs ſubjicient.

De Radiorum Lucis Coloribus.

PARS SECUNDA.

SECTIO SECUNDA.

De variis Colorum Phænomenis.

De Phænomenis Lucis per Priſma ad parietem trajectæ.

HUcusque fundamenta ſtruxi, quibus Colorum quocunque modo effectorum phænomena explicari poſſunt; effectuum verò, quos ſupra minùs attigi, jam cauſas particulares & immediatas, non Geometrarum, (quibus, ſcio, ſupervacaneum videatur,) ſed aliorum gratiâ, ſigillatim deſcribam. Malo enim hìc aliqua, quæ pleriſque ſuperflua fortaſſe videbuntur, interferere, quàm quicquam alicujus momenti omittere, quod incautis & præjudicio laborantibus difficultatem ſubminiſtrare poſſit.

Et imprimis, circa Priſmatis vulgo notos effectus, (quorum cauſam abunde ſatis retexi,) circumſtantiæ nonnullæ ſuperſunt explicandæ: utpote, cur primitivi Colores non omnes eliciuntur, cùm Lux, (cujus Radios ab origine heterogeneos Priſma per inæquales Refractiones diſpergit) non tranſit per anguſtum foramen, ſicut paſſim in præcedentibus ſuppoſui, ſed ex unicâ tantum parte TAB. XX. limitatur. Verbi gratiâ, ſi corpus aliquod opacum FG (*Fig.* 93.) Soli interponatur & Priſmati, juxta baſem ejus AB, quod umbram projiciat in MP, Colores efficiat in ſpatio PT, & Lucem permittat in ipſum NT influere; in PT, confinio Lucis & umbræ, nulli Colores generabuntur præter purpureum & cæruleum cum variis eorum gradibus. Et ratio eſt, quòd ex Radiis omnium formarum, qui tranſeunt per extremitatem dicti corporis opaci FG, ſoli purpuriformes, propter maximam eorum Refractionem, poſſunt ad P uſque deflecti, unde Color purpureus ibi conſpicitur. Deinde cæruliformes, cùm paulò minùs refrangibiles exiſtant, incident

cident in totum ſpatium N Q, non potentes ulteriùs verſûs M deflecti, quàm ad Q. Atque ita duæ Radiorum ſpecies, eæque ſolæ, incident in Q, & Colorem ex purpureo & cæruleo compoſitum exhibebunt. Præterea, viridiformes, minùs adhuc refrangibiles, in ſpatio NR non ultra extendentur, quàm ad R. Flaviformes autem terminabuntur in S. Quare tres tantùm ſpecies Colorum miſcebuntur ad R, & Color ex iis omnibus, (nempe ex purpureo, cæruleo, & viridi,) generabitur. At, cùm purpureus & viridis commixti producant cæruleum, (ut facile eſt ex antedictis experiri,) liquet Colorem ad R non fore alium, quàm cæruleum. Denique, cùm Radii rubriformes minimè omnium refringantur, ut in ſpatium NT incidentes non magis deflectantur verſûs M, quàm ad T, liquet, quòd in dicto ſpatio N T fiet miſtura Colorum omnium, & proinde albeſcet; ſed in ipſo S, (ubi Color omnis, dempto rubeo, miſcetur,) cæruleus ad Viriditatem nonnihil vergens apparebit; ſed maximè dilutus, propterea quòd ſolus Rubor ex Albedinis compoſitione deſit.

De variis Colorum Phænomenis.

Porrò, ſi corpus opacum *fg* Soli interponatur & Priſmati juxta verticem ejus C, ſicut videre eſt in *Schemate* 94., inter obſcuratum ſpatium NT, & lucidum PM, cernes alios duos Colores, rubeum in T, & flavum in R; idque, propter jam dictas rationes. Quippe Radii, prout apti ſunt ad hos ordine Colores (rubeum, flavum, viridem, cæruleum, & violaceum,) generandos, intenduntur per ſpatia MT, MS, MR, MQ, & MP; cùm ſoli rubriformes extenduntur uſque ad T, ceteris, propter majorem Refractionem, citiùs terminatis, neceſſe eſt, ut iſte Color in T ſit rubeus. Item, cùm tria Radiorum genera in R incidant, Color ex iſtis (nempe rubeo, flavo, & viridi,) compoſitus ibidem cernetur. Rubeus autem & viridis flavum conſtituunt, atque adeò flavus apparebit in R. Præterea, cùm omnium formarum Radii miſceantur in P, & poſtea perpetuò verſùs M, ſpatium illud PM apparebit album. Nec ſecus conſtat, quòd citreus in S, & in Q flavus ad Viriditatem vergens apparebit, ſed adeò dilutus tamen & cæruleo redundans, ut nomen Viriditatis non mereatur. TAB. XXI.

 Tertiò,

Par. II. Sectio II. TAB XXI.

Tertiò, ſi opaca duo corpora GF & *gf*, (*Fig.* 95.) Soli & Priſmati interponantur, ut Radii inter utrumque, quaſi per oblongam rimam Priſmati parallelam, tranſeant, atque diſtantia F*f* ſit ſatìs magna, pro utroque termino F, & *f*, generabuntur Colores; purpureus nempe ad P, & cæruleus ad R per terminum F; atque flavus ad *r*, & rubeus ad *t*, per terminum *f*, ſicut modò explicatum fuit: Eritque T*p* ſpatium album utriſque Coloribus interjectum. Jam, ſi obſtacula GF, & *gf*, ad ſe invicem paululùm admoveantur, ut intermedium ſpatium F*f* evadat anguſtius, iſto pacto Spatium album quoque T*p* fiet anguſtius, donec tandem evaneſcat & Colores utrinque coeant. Sin ſpatium F*f* magis adhuc coarctetur, Viriditas in medio Colorum emerget vice Albedinis, quæ jam evanuit; quæ quidem Viriditas non antea apparuit, propter commiſturam Radiorum heterogeneorum, quibus involuta latuit; jam verò, heterogeneis iſtis per obſtacula duo ſibi propiùs admota alternè interceptis, Viriditas ea paulatim detegitur, patet, & evadit perfectior, donec (cùm dictum F*f* ſatìs anguſtum eſt,) ab omni ferè miſturâ liberatur, & eruitur, propriáque ſpecie non minùs, quàm ceteri Colores, elucet. Et hinc in tranſitu colligitur, quòd Viriditas inter Colores medietatem exactè obtinet, non magis ad rubeum vergens quàm ad violaceum, neque ad flavum quàm ad cæruleum; hoc eſt, in ſpecie Coloris, & reſpectu multitudinis Radiorum ad Colores utrinque pertinentium. Nam, in gradu Refrangibilitatis, minùs differt à parte rubeâ, flaváque, & in aliâ quâdam proprietate, (cui jam explicandæ non eſt locus,) minùs differt à parte purpureâ & cæruleâ.

Præterea, cùm Albedo T*p*, propter anguſtiam pervii ſpatii F*f* incipit evaneſcere, Colores etiam contractiores paulatim apparebunt; ita ut, cùm iſtud F*f* ſit valde anguſtum, flavus ad rubeum, & cæruleus ad violaceum, quaſi duplo vicinior evadat, quàm, cùm amplitudo ejus permiſit Albedinem in medio Colorum produci; & ut quinque Colores, (Viriditate jam internatâ,) non occupent plus ſpatii, quàm eorum duo priùs occupavêre. Cujus rei ratio ex ſchematum inſpectione patebit animadvertenti, quòd flavus ad *r*, & cæruleus ad R, ex heterogeneis Radiis compoſitus,

Fig. 90.

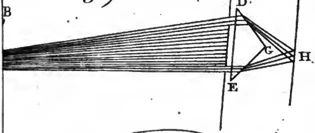


Fig. 91.

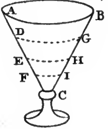


Fig. 92.

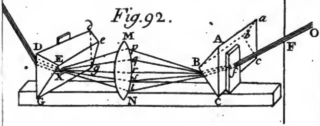
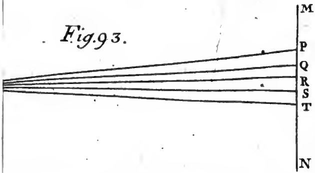


Fig. 93.



Digitized by Google

tus, mutatur in ferè uniformem flavum ad loca S & *s* incidentem, & in ferè uniformem cæruleum ad loca Q & *q* ſimiliter incidentem, heterogeneis Radiis è miſturâ, per anguſtiam ſpatii F*f*, magnâ ex parte ſublatis. De variis Colorum Phænomenis.

Quartò, ſi Lux terminetur obſtaculo G*g*, cujus extremitas perpendiculariter tranſverſa eſt ad longitudinem Priſmatis, Colores omnino nulli, virtute termini illius, generabuntur. Etenim, ponamus parallelos Radios OF, & O*f*, ceteróſque, (*Fig.* 96.,) TAB.XXI. juxta extremitatem dictam G*g* in Priſma ABC prolapſos, ibidémque refractos eſſe ad PT, & *pt*, atque MN eſſe umbram ipſius G*g*. Jam, licèt Radii purpuriformes FP, & *fp* magis refringantur quàm rubriformes FT, & *ft*, tamen, iſtâ Refractione ſecundùm terminum umbræ factâ, ita ut ex dictis Radiis multi magis deflectant verſùs umbram, quàm ceteri; palam eſt, quòd ubicunque purpuriformes incidunt, rubriformes etiam incident in eundem locum, & è contra. Quod idem de Radiis intermediis pari modo concipiatur. Et ſic, Radiis omnium ſpecierum ubique per extremitatem umbræ commixtis, umbra bene definietur ſine aliquo Colore, (præter album, vel fuſcum ex Luce & umbrâ mixtis,) conſpecto. Sed cavendum eſt, ne Colores, per limites Priſmatis A*a* vel C*c* generati, habeantur pro generatis à limite G*g*. Quamobrem Priſmata, quæ ex vitro in totum fiunt, ad examen hujus & proximè præcedentis commodè inſtituendum, nimis ſunt exigua; propterea quòd Colores, per extremitatem verticis & baſis producti, interjectum ſpatium album haud relinquent ſatìs amplum, in quo generatio Colorum prædictis modis probetur. Itaque, ut Priſma conficiatur ex vitris planis & bene politis, qualia ad Specula conſpicienda adhibentur, moneo; quibus in morem cunei connexis, & in vaſculum dein priſmiforme completis, ut ſupra dictum, vaſculum iſtud impleatur aquâ limpidiſſimâ & occludatur, & ſic Priſmata ad arbitrium ampla conficias.

Quintò, ut omnia jam uno comprehendam ſpecimine, ſit G*g* (*Fig.* 97.) corpus opacum orbiculari foramine F*f* unum, duoſve, digitos lato pertuſum, per quod Lux in Priſma trajiciatur; TAB.XXI. ubi cùm refracta fuerit, projicitur in papyrum, vel quodvis al-

Gg 3 bum

Digitized by Google

Pars II. Sectio II. bum corpus MN, quaſi ſemiſſe pedis à Priſmate poſtpoſitum; & videbis illuminatum ſpatium PYTZ rotundum ad modum foraminis F*f*, album in ejus medietate, & duabus ſemilunulis Colorum terminatum, purpureo & cæruleo ad P, flavo autem & rubeo ad T, qui Colores paulatim deficiunt verſùs Y & Z, ubi nulli omnino conſpiciuntur. Præterea, ſi papyrum ad majorem diſtantiam paulatim diſtuleris, velut ad *mn*; videbis Colores diſtendi & augeri, & intermediam Albedinem uſque comminui, dum prorſùs evaneſcat, totúmque ſpatium Coloribus, rubeo, flavo, cæruleo, & purpureo, tinctum appareat; & papyrum longiùs differendo, Viriditas è medio emerget, & creſcet, tum amplitudine ſpatii, tum perfectione ſpeciei, totúmque ſpatium coloratum diſtrahetur in oblongam formam. Quorum omnium rationes ex ſupradictis depromantur.

Ad hæc, ſi Lux obſtaculo ad quamvis diſtantiam poſt Priſma collocato terminetur, conſimilis erit Colorum generatio. Sit, v. g., TAB. XXII. obſtaculum G*g* (*Fig.* 98.) perforatum in F, & ad diſtantiam pedis unius, aut ampliùs, poſt Priſma ABC collocatum. Priſma autem ſatìs amplum adhibeatur, (quale ex laminis vitreis, ut ſupra, poſſis efficere,) ne Lux omnis priùs abeat in Colores, quàm attingat foramen F; & Lux illa, poſtquam tranſiit per F, non ſecus convertetur in Colores apud P, Q, R, S, T, quàm contigit in præcedentibus. Scilicet, inſpicienti ſchema patebit, quomodo Radii diverſorum generum inæqualiter refracti convergant à diverſis partibus Priſmatis ad iſtud F, ubi, (ut & hinc inde verſùs G & *g*,) componunt Albedinem; ſed inibi decuſſantes divergunt poſtea, diverſique Colores in diverſa ſpatia P, Q, R, S, T, tendunt. Et hinc, cùm Radii repagulo quolibet H ex utràvis parte Priſmatis intercipiuntur, è Coloribus P, Q, R, S, T, aliqui tollentur. Si Radios nempe vertici C vicinos intercipias, tolles purpureum P; vel tolles rubeum T, ſi intercipias eos baſi AB vicinos. Et ſic de aliis; ita ut quoſlibet pro arbitrio poſſis tollere, vel efficere, ut quilibet ſolus appareat.

Denique, ſi Lux ex unicâ tantùm parte ponè Priſma limitetur, vel ſi duo ſtatuantur limites, iíque, vel ad eaſdem, vel ad oppo-

Fig.94.

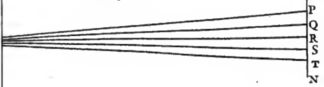


Fig.95.

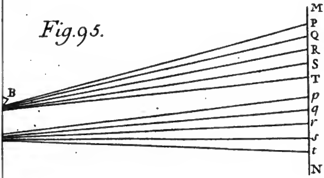
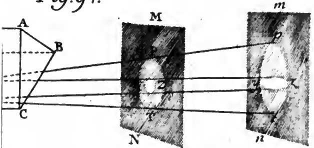


Fig.96.



Fig.97.



oppoſitas partes Priſmatis, vel quocunque alio more Lux termine- tur; modus, quo Colores exinde generantur, ex antedictis facilè patebit, ut jacturam temporis fecero de hac re plura verba facturus. Quinetiam, ſi duo, vel plura, Priſmata quocunque modo inter ſe diſponantur, peritus Optices facilè explorabit cauſam. De variis Colorum Phænomenis.

Ceterùm de modo tollendi quoſlibet Colores in *Fig* 98. per interpoſitionem obſtaculi H hìc obiter notandum venit, quantùm iſta circumſtantia adverſatur hypotheſibus Philoſophorum, quæ de Coloribus huc uſque fuerunt excogitatæ. Ex illis enim poſitis, refracta Lux ad eas ſemper partes cum cæruleo & violaceo terminanda eſt, verſùs quas fit Refractio; quandoquidem gyrationes globulorum, ex opinione CARTESII; vel partes anteriores pulſuum ætheris obliquè vibrantis, ex hypotheſi Mri. HOOKII, per viciniam quieſcentis medii ad eas ſemper partes impediuntur & hebeſcunt. Et tamen hìc videre eſt, quòd admoto obſtaculo H, ut Radios vertici Priſmatis vicinos intercidat, poſſis violaceum & cæruleum tollere, & efficere, ut viridis, vel flavus, aut etiam ruber, ad eas partes maneat extimus, verſùs quas Refractio peragitur. Nec hypotheſis eorum tutior eſt, qui ſupponunt Colores ex Lucis & umbræ miſturâ generari; nam eadem videtur eſſe in eorum confinio miſtura, ſive aliqui ex Radiis ante Refractionem limite H intercidantur, ſive omnes per Priſma liberè tranſeant.

Hujuſmodi etiam hypotheſes ex aliis experimentis paſſim occurrentibus everti poſſent, modò id inſtituto meo neceſſarium ducerem. Quemadmodum ex illis, ubi Lucem partim reflecti poſſe, & partim tranſmitti, docebam: nam Lux tranſmiſſa dabat flavum rubeúmque, ídque in meditullio ejus, ubi à nullo quieſcente medio, vel tenebris, terminabatur. Sic etiam maximè valet, quòd oſtendi Colorem Lucis ex uniformibus Radiis conſtantis non poſſe per quaſlibet Refractiones mutari. Ceterùm non opus eſt, ut hypotheſes refutem, quæ, ex inventâ tandem veritate, ſuâ ſponte corruent.

Phænomenis jam antè explicatis affinia ſunt ſequentia, quæ circa compoſitionem Albedinis verſantur. Priſmata duo ABC, & *abc*, (*Fig.* 99.,) quorum anguli verticales ACB, & *acb*, æquentur, TAB. XXII.

Digitized by Google

Pars II. Sectio II. tur, ita parallelis axibus diſpone, ut alterius linea verticalis AC cum *b*, extremitate baſis alterius, conveniat, planis BC & *bc* in directum jacentibus. Quo facto, ſi Sol tranſluceat ea in papyrum MN, octo, vel duodecim, digitos poſtpoſitam, Colores quidem generabuntur ad M, & N, per exteriores Priſmatum terminos B, & *c*, non autem per interiores C, & *b*; ſed medium ſpatium PT totum apparebit album. Sin alterutrum Priſma tollas, alterius extremitas C, vel *b*, generabit Colores ad PT; ac dein, ſi reſtituas, Albedo etiam reſtituetur. Scilicet, Albedo iſta componitur ex Coloribus ab extremitate C, & *b*, Priſmatis utriuſque prolapſis; id, quod facilè conſtet ex præfatis. Nam, Radii purpuriformes ab utroque Priſmate refracti limitantur in eodem puncto P; ita ut ab uno Priſmate manantes incidant in PM, ab altero in PN, & ab utroque ſimul in totum MN, non ſecus ac ſi omnes ab unico Priſmate veniſſent. Eodem modo, cæruliformes extenduntur per totum ſpatium MN, & eorum terminus communis eſt Q, prout manant à diverſis Priſmatibus; & ſic de ceteris. Quare omnigeni Radii commiſcentur in unâquaque parte ſpatii PT, & Albedinem ideo component; ſin alterutrum Priſma tollas, puta ABC, vel Lucem ei potiùs occludas, tum Radiis rubriformibus ab MT, flaviformibus ab MS, viridiformibus ab MR, cæruliformibus ab MQ, & purpuriformibus ab MP, ſublatis, manebunt rubriformes in NT, flaviformes in NS, viridiformes in NR, cæruliformes in NQ, & purpuriformes in NP: Adeòque purpureus apparebit in P, & cæruleus in R, ut oſtendimus antè. Et ſimili ratione, ſi Lux occludatur alteri Priſmati *abc*, ne permeet, Rubor apparebit in T, & Flavedo in R.

In iſtis autem experiendis requiritur, ut anguli ACB, & *acb*, ſint æquales; id, quod tentabis, ſi Priſmata ſecundùm longitudinem eorum ita connectas, ut duo ex planis dictos angulos comprehendentibus, puta BC, & *bc*, (*Fig.* 100) fiant contigua, & reliqua AC, & *ac*, ſibi oppoſita. Quo facto, ſi Radii Solis ingreſſi foramen F pergunt ad eundem locum S, cùm trajiciuntur per dicta Priſmata perpendiculariter ad eorum latera AC, & *ac*, atque cùm liberè progrediuntur, nullo interjecto obſtaculo, tum

TAB. XXII.

plana

De variis Colorum Phænomenis.

TAB. XXII.

plana AC, & *ac*, ſunt parallela, & anguli ACB, & *acb*, æquales; ſin iſtud non eveniat, ſunt inæquales. In quo caſu notetur præterea, quòd inclinando plana BC, & *bc*, (*Fig.* 99.) vel ab invicem reclinando, poſſis Albedinem in PT haud ſecus componere, ac ſi dicti anguli fuiſſent æquales, & plana BC, & *bc*, in directum jacentia.

TAB. XXIII.

Quinetiam poſſis hoc idem cum unico tantùm Priſmate perficere, dummodo ſatìs magnum ſit; puta, cujus refringentia latera AC, & BC, (*Fig.* 101.) ſint ſex, vel octo, digitos lata. Etenim ſint FG, & *fg* duo corpora opaca, plana, rectangula, & ad Priſmatis planum AC*ca* ſecundùm planitiem ejus ſic applicata, ut eorum angularia puncta G, & *g*, juxta plani iſtius centrum ſe mutuò contingant, & latera concurrentia, (quorum FG & *fg* ſint ad axem Priſmatis parallela,) ex adverſo jaceant in directum. Quo facto, ſi Lux refracta projiciatur in papyrum MNX, pedes quaſi duos diſtantem, obſtaculum FG projiciet umbram in MH, purpuram efficiet in PHIQ, ac cæruleum Colorem in QILT, & permittet Lucem in LN. Dico jam, ſi Speculo aliquo μνX Colores ex alterutrâ parte lineæ HL, velut HL*pt*, ita reflectantur, ut incidant in papyrum ad eundem locum cum Coloribus HLPT, ex alterâ parte Color omnis evaneſcet, totúmque HLPT apparebit album. Nam, purpuriformes Radii à Priſmate ad PHIQ directè tendunt, & cetera quatuor Radiorum genera ad eundem locum reflectuntur à Speculo, incidentes, puta, in HIπχ. Item, purpuriformes & cæruliformes directè tendunt ad QIXR, & cetera tria genera illuc reflectuntur ab IXρχ; & ſic de reliquis: Adeò ut omnes omnium generum Radii paſſim per ſpatium PHLT miſceantur, ibidémque componant Albedinem. Sed notandum eſt, quòd, cùm Lux Reflexione ſemper debilitatur, Radiis quamplurimis inter reflectendum amiſſis, exinde forſan eveniat, quòd Lux directa nonnihil prævalebit reflexæ, & Color ejus dominabitur, niſi compenſatio fiat, ita papyrum inclinando, ut directa Lux paulò obliquiùs in eam incidat, quàm reflexa; de quâ re facilè judicium feras ex perfectione Albedinis emergentis.

Digitized by Google

Pars II. Sectio II.

Antequam ad aliud experimentorum genus tranſeo, neceſſarium erit, ut formam imaginis coloratæ, quam Lux per arctum orbiculare foramen in tenebroſum cubiculum influens, & per Priſma deinde trânſmiſſa effingit, paulò magis articulatim inſpiciamus, & ſingulorum ejus Colorum dimenſiones ac diſtantias ab invicem, nec non Refrangibilitatis gradus ſingulis Radiorum generibus competentes ſedulò rimemur.

Oſtendebatur ſub initio, quòd, ubi Priſma, (cujus angulus verticalis erat quaſi 63 grad.,) imaginem ad diſtantiam 22 pedum projiciebat, longitudo ejus erat $13\frac{1}{4}$ dig., & latitudo $2\frac{5}{8}$ dig.; Adeòque centra extimorum circulorum, ex quibus in longum diſpoſitis imago illa conſtitit, diſtabant $10\frac{5}{8}$ dig. Jam, ad hanc diſtantiam, ſive diſtractam longitudinem imaginis, ceteras ejus dimenſiones referre convenit, propterea quòd ad abſolutam ejus longitudinem, (quæ à magnitudine componentium circulorum dependet,) non habent certam relationem. Quò autem dimenſiones ejus majori ἀκριβείᾳ inveſtigarem, loca, ubi Colores in ſuo genere perfectiſſimi, eorúmque confinia in tranſverſam papyrum incidebant, calamo ſcriptorio notabam, &, obſervationibus hujuſmodi ſæpius repetitis & inter ſe collatis, has tandem concluſiones ſigillatim perdidici.

1. Cæruleus & violaceus ex unâ parte, & viridis, ac rubeus ex alterâ imaginem bipartiebantur; adeò ut viridis, & cærulei confinium, (quod thalaſſinum appellare poſſim,) meditullium ejus occuparet.

2. Locus, ubi porracea, ſive floridiſſima, Viriditas apparuit, diviſit imaginis diſtractam longitudinem in ratione 3 ad 5; utpote, longitudine illâ in 8 partes diviſâ, Viriditas illa tribus partibus à rubeo termino diſtabat, & quinque partibus à purpureo.

3. Spatium, per quod Viriditas omnis, adùſque cærulei & flavi confinium, diſtendebatur, fuit quaſi ſexta pars totius diſtractæ longitudinis.

4. Cærulei & purpurei confinium, ſive indicus perfectiſſimus, à con-

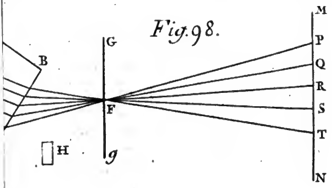


Fig. 98.

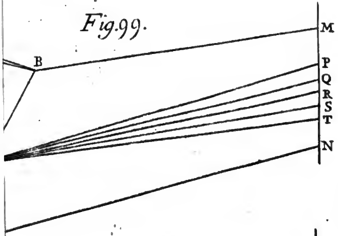


Fig. 99.

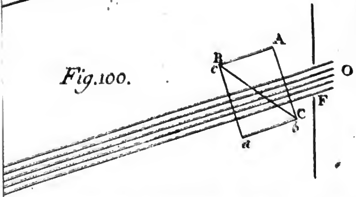


Fig. 100.

Digitized by Google

Digitized by Google

à confinio rubei flavíque, ſive à perfectiſſimio citrino, quaſi $\frac{7}{12}$ partibus totius diſtractæ longitudinis diſtabat. De variis Colorum Phænomenis.

5. Denique, hæc indici & citrini diſtantia, per confinium viridis & cærulei, in ratione 2 ad 3 dividebatur; ita ſcilicet, ut confinium iſtud, ſive meditullium imaginis, ab indico $\frac{14}{60}$ partibus totius diſtractæ longitudinis diſtaret, & $\frac{21}{60}$ partibus à citrino.

Cùm iſthæc, quantâ potui diligentiâ, obſervaſſem, non proprio tantùm ſenſu confiſus, ſed, (propter ſummam difficultatem præciſè diſtinguendi confinia Colorum, & loca maximæ perfectionis,) aliorum judiciis fretus; imaginis dimenſiones juxta hæc inventa delineavi, quemadmodum videre eſt in *Fig.* 102. Scilicet, centris X & Y, $10\frac{1}{4}$ unciis diſtantibus, & ſemidiametris $1\frac{5}{16}$ unciis, ſemicirculos duos APC, & BTD è regione deſcripſi, & rectis AB & CD tangentibus connexui. TAB. XXIII.

Deinde lineâ XY, (quam ſupra denominavi diſtractam longitudinem imaginis,) in 60 partes æquales diviſâ, ſumſi LY = 9, IY = 20, HY = 30, & FY = 44 partes ejuſmodi. Et, perpendiculis ad iſta puncta erectis, imaginem in quinque partes, Coloribus quinque inſignioribus competentes, diſtinxi; parte PF referente expanſionem violacei, & FH expanſionem cærulei, & ſic deinceps. Quo facto, coloratam Lucem in hanc figuram projeci, ut conſtaret denuo, an Color quilibet intra limites ſic aſſignatos contineretur; &, cùm tota imago totam occupabat figuram, ſinguli etiam Colores cum ſingulis partibus quamoptimè conveniebant. Interea verò in ſpatiis iſtis loca obſervabam, (qualia in hoc ſchemate punctim notantur,) ubi ſinguli Colores ſaturi, & in ſuo genere illuſtriſſimi, apparuêre.

Jam, horum locorum & limitum, Colores diſterminantium, intervalla non alia fore manifeſtum eſt, etiamſi circulos ex quibus imago conflatur, per methodos ſæpius recenſitas, centris non mutatis, quantumvis minueres. Eâ ſcilicet de cauſâ, ut heterogenei plùs ſegregarentur, & Colores evaderent ſimpliciores. Quippe, cùm in ipſiſſimis rectilineis terminis AB, & CD, Colores ſint ab-

 ſolutè

Pars. II. Sectio. II. ſolutè ſimplices, & Colores in mediâ imagine propè lineam XY, cum iſtis, quibus interjacent, marginalibus congeneri appareant, ratio etiam ſuadet, quòd heterogeneorum miſtura non ſenſibiliter mutet locum alicujus Coloris; ſiquidem, hinc & inde venientes, ſe mutuò contemperant. Sic, Radii viridiformes & purpuriformes per cæruleum ſparſi æquipollent, & ideò non dimovent, aut conturbant Colorem illum, ut ſoli, (quamvis nulli purpuriformes intermiſcerentur,) ibidem componerent & exhiberent. Sed hic excipienda ſunt ſpatia circulis terminalibus AC, & BD comprehenſa, ubi contemperamentum illud ex parte exteriori gradatim deficit, & ideo ſaturi Ruboris, qui ſolus, è præfinitis, in circulum terminalem ſe extendit, poſitionem in imagine è parte
TAB. XXIII. marginali, ubi tranſibit circulus, expedivi, ut indicat *Fig.* 103. In his autem ſi quid hæſites, poſſis experimenta de novo inſtituere, contrahendo imaginis latitudinem, ut circuli, ceteris paribus, minores evadant, & nullus dubito, quin omnia quadraverint.

Ceterùm, quamvis Colorum confinia in lineas ad F, H, I, & L, erectas incidebant, tamen loca, ubi ſaturi & intenſi apparuêre, non omnia conſtitere in medio interjecti ſpatii; nam cæruleus, qui in ſuâ ſpecie illuſtriſſimus erat & nullatenus purpuraſcens, propiùs ad F cadebat, quàm ad X; & pleniſſima Flavedo videbatur eſſe aliquantulùm propior ad H, quàm ad I. Atque ita, Rubedo & Purpura propiùs ad centra X, & Y, quàm ad alteros limites intenſæ apparuerunt; ſoláque Viriditas in medio limitum F, & H, effloruit. Unde conſtat ratio, quòd, etſi flavus & cæruleus commixtione viridem componunt; rubeus tamen & viridis, propter majus intervallum, non bene componunt flavum; nec viridis & purpureus cæruleum. Cùm igitur Colores juxta medium conſtipatiores ſunt, ita ut inter flavum & rubeum, juxta & inter cæruleum & purpureum, quaſi triente majus interſit intervallum, quàm inter viridem & flavum, vel cæruleum ſibi hinc & inde conterminum; quò imago elegantiùs in partes inter ſe proportionales diſtinguatur, in numerum quinque inſigniorum Colorum duos alios, citreum ſcilicet inter rubeum & flavum,

Digitized by Google

flavum, ac indicum inter cæruleum ac violaceum, aſciſcere convenit; ídque potiſſimè, quòd, poſt quinque inſigniores, illi duo eminere videntur, ſpatiáque, ubi interſerantur, pro ſpeciei perfectione, ſatìs ampla obtinent; & ſic exteriorum Colorum redundans expanſio præſcindetur, omnéſque ad quantitatem Viriditatis, politiori ſymmetriâ, proportionati evadent. De variis Colorum Phænomenis.

His itaque intertextis Coloribus, obſervationes denuo inſtituebam, &, (ut breviter dicam,) omnia comparuêre juxta ac ſi partes imaginis, quas Colores occupant, proportionales eſſent chordæ ſic diviſæ, ut ſingulos gradus in octavâ reſonare faciat. Quòd cùm tandem deprehendi, figuram imaginis in partes perinde diviſi, ut videre eſt in *Schem.* 103. Atque iterum tentavi, quàm bene cum his partibus Colores convenirent. Scilicet, imaginis diſtractâ longitudine XY productâ ad Z, ut YZ ſit æqualis XY, finge XZ chordam eſſe, quam in XY ita dividere oportet, quaſi ſingula ſegmenta ad uſque Z protenſa ſingulos octavæ gradus (ſol, la, fa, ut, re, mi, fa, ſol) edere deberent. Id quod fiet biſecando XY in H, & triſecando in G & I, rurſúſque triſecando XI in E, & capiendo KY quintam & MY octavam partem totius XY. Et ſemitonia EG & KM indicum & citrium referent, ceteríque quinque toni XE, FG, GH, HI, IK, ceteros quinque præcellentes Colores, quorum ſinguli, cùm tota Colorum congeries in totam figuram adæquatè incidit, intra has ſingulas reſpectivè partes comprehenſi fuerint. Inque meditulliis harum partium circiter, Color quilibet in propriâ ſpecie illuſtriſſimus & intenſiſſimus apparuit; etiam Purpura & Rubedo, quamvis ultra verſùs P, ac T, marceſcente Luce exundarunt. TAB. XXIII.

Ceterùm, hæc non adeò præciſè obſervare potui, quin ut fateri cogar ea poſſe paulò aliter fortaſſe conſtitui. Quemadmodum, ſi inter XZ, & YZ, ſumantur undecim mediæ proportionales, quarum EZ ſecunda ſit, FZ tertia, GZ quinta, HZ ſeptima, IZ nona, & KZ decima; hæc etiam imaginis diſtributio cum Colorum expanſionibus ſat bene convenire videbitur. Nam, differentiæ adeò minutæ, quales inter hanc & ſuperiorem diſtributionem intercedunt, acutiſſimo ſenſu judice, vix comparituros errores efficere poſſunt.

 Quan-

Part II. Sectio II.

Quantùm verò diſtributiones iſtæ differunt, ex adjunctis numeris patebit, quorum ſuperiores ad chordam 720 partium ratione muſicâ diviſam reſpiciunt, & inferiores ad eandem chordam quamproximè diviſam ratione geometricâ.

Chorda muſicè diviſa

360. 320. 300. 270. 240. 216. $202\frac{1}{2}$. 180.

Chorda geometricè diviſa

360. 321. 303. 270. 240. 214. 202. 180.

Superiorem verò diſtributionem potiùs adhibui, non tantùm quòd cum phænomenis optimè convenit, ſed quòd, fortaſſe, aliquid circa Colorum harmonias, (qualium Pictores non penitus ignari ſunt, ſed ipſe nondum ſatis perſpectas habeo,) ſonorum concordantiis, fortaſſe, analogas, involvat. Quemadmodum veriſimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quæ eſt inter extimam Purpuram ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavæ terminos, (qui pro uniſonis quodammodo haberi poſſunt,) reperitur.

Ex his demum proportiones ſinuum Refractionis cuique Radiorum generi competentium, (ratione mechanicâ,) determinantur; utpote, ad vitrum aeri contiguum, cùm ſinus Radiorum hinc & inde extimorum ſint ut 68 ad 69, divide intermediam unitatem in ratione partium hujus imaginis, & orientur 68, $68\frac{1}{8}$, $68\frac{1}{5}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{7}{9}$, 69, pro ſinubus ad confinia terminóſque ſingulorum ſeptem Colorum pertinentibus, reſpectu communis ſinûs Incidentiæ $44\frac{1}{4}$, cùm Refractio fit è vitro. Cùm verò fit in vitrum, pro ſinubus iſtis adhibe numeros 68, $68\frac{2}{9}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{4}{5}$, $68\frac{7}{8}$, 69, exiſtente communi ſinu Incidentiæ 106. Et pro ſinubus ad Radios, ubi Colores ſunt in propriis ſpeciebus perfectiſſimi, pertinentibus, numeri inter hos numeros intermedii adhiberi poſſunt.

Sic, ad aquam aeri conterminam, ubi extremi ſinus Refractionis ſunt 90 ad 91, ſinus intermedios per conſimilem unitatis intermediæ diſſectionem, (ſtatuendo ſcilicet eſſe 90, $90\frac{1}{8}$, $90\frac{1}{5}$, &c.

vel

vel 90, $90\frac{2}{9}$, $90\frac{1}{3}$, &c.,) elicere poſſis. Aſt, hìc memento determiuationes haſce non eſſe præciſè geometricas, ſed tam proximè tamen accuratas, quàm exigunt hujuſmodi res practicæ; & quidquam ampliùs moliri, præter computandi tædium, affectatam & inanem curioſitatem argueret. De variis Colorum Phænomenis.

Sunt & aliæ circa hos Colores circumſtantiæ, quas jam determinare potuiſſem; quemadmodum variæ eorum formæ & expanſiones, pro variis poſitionibus Priſmatis circa axem convolventis; vel, pro variâ materiâ refractivâ, ex qua Priſma fabricatur, quâve circumdatur; vel etiam, pro variâ magnitudine ejus anguli verticalis. Sed ea omnia ex oſtenſis in parte priori, (conferendo cum jam explicatis,) ſat manifeſtantur; ut & effectus, quantùm ſcio, omnes, quos vel unicâ tantùm Refractione, vel utcunque pluribus, & quâvis terminatione Lucis elicere liceat.

De Phænomenis Lucis per Priſma in Oculum tranſmiſſæ.

Poſt explicata Colorum à parietibus, aliiſve objectis reflexorum phænomena, ordo poſtulat, ut ad affines objectorum trans Priſmata prope Oculum interpoſita conſpicuorum apparentias explicandas jam animum adjiciam. Et, cùm doctrinam in quinque Propoſitionibus ſupra traditam, per prioris generis experimenta ſolummodo probaverim, & hoc experimentorum genus, eò quòd non ſit adeò ſimplex, conſultò reticuerim, explicationem ejus jam fuſè tradere non pigebit.

Hìc ideo imprimis recordari oportet, quòd objectorum mediante Refractione viſorum imagines, non in propriis locis, ſed aliis quibuſdam videntur, à quibus videlicet refracti Radii rectà ad Oculum tendunt: atque adeò, ſi ita refringantur, ut, qui fluunt ab iiſdem partibus objecti, à diverſis locis directè ad Oculum veniant, objectum illud in totidem locis apparebit. Sit, ex. gr. X (*Fig.* 104.) objectum; O Oculus; & BC Lens interpoſita, TAB. XXIII.
quæ pluribus planis ſuperficiebus CD, DE, EF, &c., terminetur, ſicut ad objecta multiplicia reddenda fabricari ſolet. Dein, ſuppone hæc plana Radios in ſeſe incidentes ita refringere, ut Oculum

Pars II. Sectio II. Oculum petant quaſi à loco *x* venientes, qui incidunt in planum DE, vel à loco *y* venientes, qui incidunt in Planum ET, & ſic porrò; & manifeſtum eſt, tum ratione, tum experientiâ ſuadente, quòd idem objectum X in diverſis locis, *x*, & *y*, ad inſtar plurium videbitur.

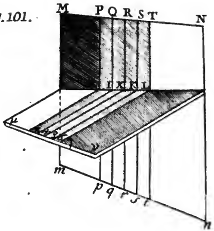
Ad eundem modum, ſtantibus jam poſitis, niſi quòd, vice polygoni BC, Priſma ABC (*Fig.* 105.) ſubſtituatur, cùm è præmonſtratis conſtat, quod è Radiis versùs Oculum refractis, purpuriformes, propter maximam Refrangibilitatem, longiſſimè à lineâ rectâ Oculum & objectum interjacente divaricant. Suppone, quòd Oculum petant quaſi venientes à P, & quòd rubriformes Oculum petant quaſi venientes à T, ceteríque in locis intermediis, pro gradu Refrangibilitatis, fluant; & manifeſtum eſt, quòd objecti, ſi ope purpuriformium Radiorum ſolummodo conſpiceretur, imago foret ad P, ídque cærulei Coloris; ſin Radiis ſolummodò rubriformibus conſpiceretur, imago ejus ad T exiſteret, ídque rubei Coloris; & ad R viridis appareret, ſi modò viridiformibus Radiis conſpiceretur; & ſic præterea. Quòd, ſi objectum duo tantummodo Radiorum genera ſimul emitteret, duplicem ſortiretur imaginem; ſic, emiſſis rubriformibus & purpuriformibus Radiis, imago altera ad T rubea appareret, & altera ad P purpurea. Et ſic denique, ſi omne genus Radiorum ſimul emitteret, (ut ſolent corpora naturalia,) tunc innumeras Colorum gradatim differentium obtineret imagines, per totum ſpatium PT ordine continuo diſpoſitas; quæ, cùm in locis, non penitus diſcretis, formarentur, ſe mutuò obliterarent, efficeréntque, ut nil, niſi confuſa Colorum ſeries appareret.

TAB. XXIV.

Hoc pacto quidem Colores omnigenos generari oportet, cum objecti lucidi, Nigredine, vel tenebris terminati, perexigua eſt apparens magnitudo, qualis eſt Solis, vel Lunæ, aliorúmve ſyderum, aut foraminis in feneſtrâ Lucem à nubibus in obſcurum cubiculum intromittentis. Quòd, ſi expanſius objectum intueamur, quale ad X deſignatur; terminum ejus GH vertici Priſmatis propiorem imprimis animadvertamus; & manifeſtum eſt, quòd imaginum ejus, ex variis Radiorum generibus formatarum, pur-



Fig. 101.



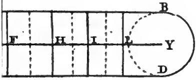
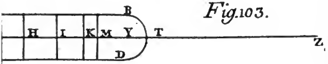


Fig. 102.

Fig. 103.



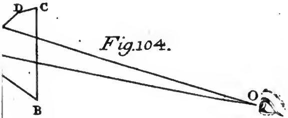


Fig. 104.

Digitized by Google

Digitized by Google

purpureâ longiſſimè omnium, veluti ad P, divaricante, Color ille apparebit extimus. Imago autem viridis, aduſque R tranſlata, cum parte aliquâ purpureæ imaginis, ut & intermediæ cæruleæ, ibidem coincidet & confundetur, à quâ miſturâ cæruleum Colorem generari oportet. Et rubea in T terminata cum partibus ceterarum omnium imaginum eouſque extenſis coincidet, & Colorem objecti ibi reſtituet, album, puta, ſi modò objectum ſit albi Coloris. De variis Colorum Phænomenis.

Et, quemadmodum juxta limitem GH, objectum purpureo & cæruleo fimbriatum apparebit; ſic, in oppoſito limite IK, per conſimile ratiocinium, patebit alteros Colores, rubeum flavúmque, produci.

Nec ſecus, cùm ejuſdem objecti partes aliquæ ſunt aliis utcunque lucidiores, Colores varii generari debent.

Et quantitas anguli POT, ſub quo Colores apparent, erit maxima cùm Priſma ſtatuitur Oculo viciniſſimum, eóque minor evadet continuò, quò Priſma propiùs ad Objectum collocatur. Quemadmodum, ſi Priſmatis ex vitro confecti angulus verticalis ſit 60. gr., Colores ſub angulo 2°. 2′ circiter apparebunt, cùm proximè Oculum diſponitur; & 1°. 1′. cùm in mediâ, inter Oculum & objectum, diſtantiâ ſtatuitur; & quaſi $30\frac{1}{2}$ min. cùm triplò plùs diſtat ab Oculo quàm ab objecto; & ſic præterea. Hìc autem ſuppono Radios ad utramque ſuperficiem ejus æqualiter refringi. Nam, cùm poſitionem ad Radios ex alterutrâ parte obliquiorem, convertendo circa axem, acquirit, ille angulus augebitur. Suppono etiam objectum ſatìs lucidum eſſe, ac tenebris denſiſſimis terminatum, ut Colores aduſque ſummas extremitates videri poſſint. Nam, ſecus, per latitudinem jam aſſignatâ minorem, diſtendi videbuntur, ut ut de quantitate aliiſque Colorum circumſtantiis in quibuſlibet objectis ſub dio conſpectis apparentium, ídque pro Refractionibus utcunque factis, ex his facile eſt conjicere.

Ceterùm in allatæ doctrinæ illuſtrationem phænomena aliquot inſigniora & minùs obvia ex abundanti jam breviter deſcribere eſt animus.

Pars II. Sectio II. TAB. XXIV. Et imprimis, accepto filo aliquo P T (*Fig.* 106.,) ejus alterum dimidium P R cæruleo Colore tinxi, atque alterum R T Colore rubeo. Dein, Priſmate adhibito, hoc filum intuebar, cujus à tergo, niſi locus erat tenebroſus, corpus aliquod nigerrimum ſtatuebam, vidíque præfata dimidia, non in directum jacentia, ſed in duas lineas diſcreta, quas in *p r* & *s t* habes deſignatas. Scilicet, cærulei dimidii, propter majorem eorum Radiorum Refractionem, imago paulò longiùs tranſlata fuit. At, linea tamen ſubobſcura ipſius P T refracta apparuit, cujus partes in directum jacere & à quâ Colores aliquantulum proſtare viſi ſunt; id, quod ex imperfectione, & mixturâ in utriſque fili Coloribus latente contigit. Nam, quantò illuſtriores erant & ſimpliciores, ea linea tantò obſcurior euaſit, & Colores *p r*, & *s t*, clariores & magis interrupti.

Ceterùm, cum Lux, quam filum tenue reflectit, perexigua ſit, TAB. XXIV. præſtat adhibere corpus aliquod expanſius, quale per P N (*Fig.* 107.,) deſignatur, quod, v. g., concipe papyrum eſſe ex parte P R L K cæruleam, & ex alterâ parte rubeam. Tum Priſmate juxta Oculum interpoſito, nigróque corpore, aut loco tenebroſo, ponè hoc objectum ſito, videbis imaginem cæruleæ partis paulò longiùs tranſlatam eſſe, terminis *p t*, & *k n* in confinio Colorum *r s*, & *l m*, ut antè diffractis. Sed hìc ſummè cavendum eſt, ut papyrus cum craſſis & intenſis Coloribus illinatur.

Huic affine eſt experimentum, cùm ſtatui duo Priſmata ad foramina duo, quibus Lucis patuit aditus in tenebroſum cubiculum, ac in eo ſitu diſpoſui, ut unius Purpura, & Rubor alterius, in eundem locum coirent. In quo loco fixi papyri ſegmentum circulare, & non latius dimidio, vel triente, latitudinis coloratarum imaginum, eapropter, ut duobus illis ſolummodo Coloribus illuminaretur. Quo facto Papyrus pallidi cujuſdam Coloris apparuit. Tum ceteris utrinque Coloribus objecto nigro terminatis, vel, (quod ſatiùs erat,) longiùs projectis, ut præfata papyrus nigredine, vel tenebris, circumcincta appareret, tertium Priſma ad Oculum applicavi, & ad diſtantias abinde, pro arbitratu, varias me ſubmovens, unicæ illius ſubpallidæ papyri geminam vidi imaginem,

ginem, purpuream, & rubeam. Et imago purpurea longiùs à papyro tranſlata erat, quàm rubea, prout major eorum Radiorum Refrangibilitas exigit. Rem *ſchemate* 108 deſignatam habes, ubi papyri *p* T imagines ſunt X & Y. De variis Colorum Phænomenis. TAB. XXIV.

Ad eundem modum, ſi duo pulverum genera, quorum alterum perfectè rubrum eſt, & alterum purpureum, vel indicum, ſine miſturâ cyanei, viridis, aut flavi parari poſſent, objectum aliquod perexiguum cum miſturâ pulverum iſtorum craſſè illitum, geminam imaginem exhiberet: ſpectaculum fortè cauſas ignorantibus mirandum. Sed vereor, ut pulveres Coloribus adeò ſimplicibus præditi parari poſſint.

His præterea non multùm diſſimile eſt, cùm Colores duorum Priſmatum ita in parietem trajiciuntur, ut, (unius Rubore contingente purpureum alterius,) in directum jaceant, quemadmodum videre eſt ad P τ, &, mediante Priſmate parallelos interpoſito intuentur. Nam, imagines, non ampliùs in directum jacebunt, ſed ab invicem apparebunt diſtincta, ſicut ad *mn* & $\mu\nu$ deſignantur, *Fig* 109. TAB. XXIV.

Atque ita, ſi duo Priſmata A, ac B (*Fig.* 110) ſic ſtatuantur, ut eorum Colores ad locum P*p* adæquatè incidant in ordine tamen contrario, Purpurâ alterius A cadente ad *p*, & Rubore ad P; alterius autem B Purpurâ cadente ad P, & Rubore ad *p*; & per tertium Priſma EF imagini P*p* parallelum perſpexeris; unicæ P*p* duas decuſſantes imagines intueberis, alteram MN è Coloribus Priſmatis B productam, & alteram *mn* è Coloribus Priſmatis A. Et, quò longiùs ab objecto P*p* te conferas, eò magis extremitates imaginum M à *n*, & N à *m* diſtabunt.

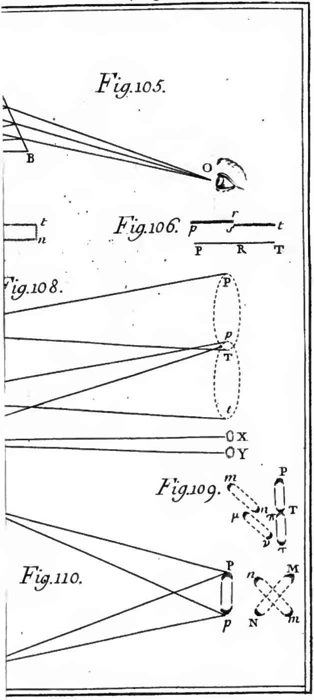
His etiam contraria ſunt experimenta, quòd objecta duo, ſive ſunt circelli chartacei X & Y (*Fig.* 108.) diverſis Coloribus illuſtrati, ſive diverſorum Priſmatum paralleli, vel decuſſantes Colores, ut MN & *mn*, (*Fig.* 110) ita poſſunt, mediante alio Priſmate, conſpici, ut in unum coaleſcere videantur. TAB. XXIV. TAB. XXIV.

Et, præter jam recenſita, perinſigne eſt hujuſmodi experimentum, quo objecta Coloribus, per interpoſitionem Priſmatis, denudantur, quibuſcum nudo Oculo tincti apparent. Inſtantiam in

Pars II. Sectio II. TAB. XXV. Solis imagine coloratâ accipe, quæ in parietem à Priſmate ABC (*Fig.* 111.) projecta, cùm cernitur mediante alio parallelo Priſmate *abc* manibus prehenſo, cujus vertex ad plagas verſùs rubeum Colorem convertitur, ſi Spectator ſe longiùs ab imagine gradatim amoveat, percipiet Colores paulatim contrahi, & ad invicem eouſque accedere, donec tandem uniti reficiant imaginem albam & circularem. Id, quòd accidet, cùm Spectatoris eadem eſt à Coloribus diſtantia ac Priſmatis ABC, ſi modò Priſmatum anguli verticales æquentur. Et ratio ex eo manifeſta eſt, quod oblongam illam imaginem ex circulis, ſive circularibus imaginibus, infinitè multis, & in longum continuè diſpoſitis, efformatam eſſe docuerim; quare, quæ ſunt ad purpuream extremitatem longiùs per Refractionem ſecundi Priſmatis transferuntur, ut ceteras aſſequi poſſint, & ſic omnes coincidere.

Ad hunc modum, cùm objecta quælibet, ut QR, foras poſita, confuſas & coloratas eorum imagines, ut Xſ, ad parietem per Priſma tranſmittunt, ſi mediante alio Priſmate inſpicias, poſſis imagines haſce Coloribus denudare, & efficere præterea, ut diſtinctiores appareant, quemadmodum ad *qr* (*Fig.* 111.,) videre eſt. TAB. XXV. Quoniam verò ad ſufficientem copiam Lucis requiritur, ut foramen F ſit amplum; per ejus autem amplitudinem tranſmiſſæ imagines evadunt confuſæ, Lens aliqua convexa, ut MN, prope foramen iſtud ſtatuenda eſt, quæ Radios, à ſingulis punctis objecti foras poſiti venientes, congreget in totidem aliis punctis ad parietem, & inſuper Priſmata debent eſſe admodum tranſparentia, perpolita, & ſuperficiebus accuratè planis terminata, ſique ſitu, quàm poteris exactè, parallelo diſpoſita. Tanta quidem diligentia non requiritur, ut imagines *qr*, Xs ſine Coloribus appareant; ſed, ut inter tot ac tantas Refractiones diſtinctæ appareant, præter accuratam fabricam vitrorum, requiritur experientis ingenium, quo omnia rectè diſponantur.

Hìc in cumulum præterea adjici poteſt, quòd objecta, quò ſimpliciori Luce illuminantur, eò diſtinctiora per Priſmata apparent; quippe, cùm eorum per Priſmata ſub dio viſorum confuſio ex inæquali Refrangibilitate illuminantium Radiorum oriatur. Et hinc



Digitized by Google

Digitized by Google

hinc eſt, quòd ſolaris imaginis ſæpius commemoratæ termini rectilinei, (in quibus nullam eſſe heterogeneorum Radiorum commiſturam indicavi,) præ ceteris omnibus objectis diſtincti, mediante Priſmate, appareant. Et ſic, Muſcæ, & ſimilia Animalia, cùm in rubeâ, vel aliâ quavis Luce ſimplici, Priſmatibus elicitâ, ſtatuantur, tranſvidentur ſolitò diſtinctiores. Quinetiam Oculus Engyſcopio armatus, omnia hâc Luce ſimplici illuſtrata, diſtinctiora cernit. Id, quod inſignem in contemplatione Inſectorum vel texturæ aliarum rerum naturalium præ ſe ufum ferre poteſt. De variis Colorum Phænomenis.

In tertiâ Propoſitione ſupra * de phænomenis quibuſdam diſſerui, ubi è Radiis ad refringentem ſuperficiem æqualiter inclinatis aliqua genera pervaſêre, dum alia penitus reflectebantur; & illis affinia quædam jam attingere opportunum duco. Eſto S Spectatoris Oculus, quo Lucem à nubibus ſub dio ingreſſam planum F G, (*Fig.* 112.,) reflexam à plano H I & plano F H regreſſam excipit; &, cùm Priſma commodè ſtatuitur ita, ut Radiorum, è medietate baſis HI verſùs Oculum reflexorum, angulus Reflexionis ſit quaſi 50 gr., pars proximior baſis remotiori aliquantùm obſcurior videbitur, & in utriuſque partis confinio fimbria, qualis DE ſub-cærulei Coloris apparebit. Utpote, cùm Radii, qui à remotiori parte baſis ad Oculum reflectuntur, obliquiùs incidant, quàm qui eò reſiliunt à parte proximiori, talis poteſt aſſignari eorum circa medium baſis obliquitas, ut è proximioribus, propter minorem obliquitatem, aliqui perrumpere & refringi poſſint, dum remotiores, propter majorem obliquitatem, omnes ad Oculum reflectuntur. Sic, ad vitrum, cujus Refractionem per rationem ſinuum 42 ad 62 metimur, in plano SABC ad Priſmatis longitudinem tranſverſo, poſito angulo C*t*S 49°. 22′; ang. C*r*S 49°. 44′; & ang. C*p*S 50°. 5′; *t* erit limes Refractionis rubriformium Radiorum, ultra quem nulli ſuperficiem HI penetrabunt, qui, propter debitam obliquitatem Incidentiæ, ad Oculum reflecti poſſunt; & à citeriori parte C*t* complures è Radiis ſic incidentibus, propter minorem obliquitatem, pervadere poſſunt & refringi, qui Oculum peterent, ſi modò reflecterentur. Et ſic, *r* erit limes Radiorum viridiformium, & *p* limes purpuriformium. Adeòque TAB. XXV.

* Pag. 198 & ſeq. hujus.

Digitized by Google

Pars II. Sectio II. ſuperficiei IH pars citima Cp, propter complures Radios omnis generis tranſmiſſos, obſcurior apparebit, quàm pars ultima tB, quà omnes, qui Oculum attigêre, eò reflectuntur. Et, quia rubriformes à limite t, & viridiformes à limite r incipiunt ex parte pervadere, manifeſtum eſt, quòd ex illis pauciores à ſpatio pt ad Oculum reſilient, quàm è purpuriformibus, qui non priùs incipiunt pervadere, quàm ad limitem p; ut & pauciores, quàm è cæruliformibus, qui ad limitem inter p & r tantùm pervadere incipiunt. Et proinde, in illo ſpatio purpureus & cæruleus Color aliquantulùm dominabitur. Déque totâ ſubcæruleâ lineâ DE conſimilis eſt diſcurſus.

Hæc autem linea, non recta eſt, ſed, in morem arcûs, incurvata; propterea quòd puncta Radios à baſi Priſmatis ad Oculum in angulo Reflexionis dato reſilientes reflectentia ejuſmodi curvam conſtituunt.

Quod ad Refractiones, in ſuperficiebus Priſmatis FG, & FH, factas ſpectat, nihil refert in remotiori FG quænam ſint, dummodo Radii è proximiori FH perpendiculariter emergant, angulo KHG exiſtente quaſi $40\frac{1}{4}$ gr. Quòd ſi angulus ille major exiſtat, Colores in lineâ DE, adjuvante Refractione, paulò diſtinctiores evadunt; & minùs diſtincti, ſi ſit minor. Major etiam Oculi à Priſmate diſtantia, vel, (quod perinde eſt,) pupillæ coarctatio, Colores nonnihil perficit.

Ad hæc, cùm duo Priſmata, parallelis axibus & baſibus contiguis, ad invicem applicantur, & in eo ſitu colligantur, iidem omnino effectus per Radios ab aere intercluſo reflexos producuntur. TAB. XXV. Sed, Radii tranſmiſſi contrarios exhibebunt. Eſto ACDB (*Fig.* 113.) ſectio utriuſque Priſmatis ad eorum longitudines perpendiculariter tranſverſa; & CB contactus baſium, aut potiùs aer intercluſus. Quippe, Priſmata vix queant tam arctè comprimi, quin ut aer nonnullus in morem tenuiſſimæ lamellæ maneat intercluſus. His poſitis, Oculo S Radios à CB, lamellâ aeris interjectâ, reflexos intercipienti, omnia apparebunt, ut antè: at Oculo s trajectos excipienti, omnia cernentur contraria, ſpatio tB opaco & obſcuro exiſtente, & Cp tranſlucido, ac eorum confinio pt, juxta

Digitized by Google

juxta *t*, Ruborem ſaturum; juxtáque *r*, citrium flavúmque exhibente; qui Color uſque ad *p* gradatim diluitur, ubi in album *p* C deſinit. Et hi Colores longè intenſiores & illuſtriores apparent, quàm ſubcæruleus Color ex alterá parte ad Oculum S reflexus. Quorum quidem omnium rationes è ſupradictis patent; ſiquidem, è Radiis verſùs Oculum *s* tendentibus, qui incidunt in ſuperficiei partem *t* B, omnes, propter nimiam obliquitatem, aliò reflectuntur, ſolíque rubriformes ſuperficiem iſtam à C uſque ad limitem *t*, viridiformes ad limitem *r*, & púrpuriformes ad limitem *p*, tantùm pervadere poſſunt. De variis Colorum Phænomenis.

Ceterùm, hìc cavendum eſt, nequa Lux in ſuperficiem C B à parte D incidat, quæ, vel ad Oculum *s* reflexa vel tranſmiſſa ad Oculum S, Colores conturbet. Et inſuper, ne Refractiones à ſuperficiebus AB, & CD, factæ ad effectus jam explicatos quicquam conducere videantur, præſtat, ut ſuperficies iſtæ ſtatuantur parallelæ, quò mutuos effectus, (ex opinione receptá,) deſtruere poſſint.

De phænomenis Lucis per medium refractivum parallelis planis terminatum tranſmiſſæ.

Tranſactis triangularium Priſmatum phænomenis, quæ quadrangulis per parallela plana efficiuntur, jam opportunè ſubveniunt enarranda. Id, quod lubentiùs aggredior, cùm Philoſophi hactenus crediderunt Colores nullos hoc pacto generari, exiſtimantes poſteriorem ſuperficiem effectus omnes per contrariam Refractionem Radiis auferre, quos prior inducit: & hoc pro experto habere rati, quòd in vitris feneſtrarum aut aliis conſimilibus nullos produci videant. At, in eo decepti ſunt, quòd hujuſmodi Colorum quantitas & perfectio dependet à diſtantiá parallelarum ſuperficierum. In laminis quidem vitreis, propter parvum ſuperficierum intervallum, Colores ſunt adeò tenues & exiles, & in ſpatio tam anguſto comprehenſi, ut effugiant ſenſus: at, cùm vitra magis craſſa adhibentur, aut potiùs vitrea vaſcula parallelepipeda aquá limpidiſſimá plena, Colores tunc liquidò generari cernuntur. Nam

Pars II. Sectio II. TAB. XXV.

Nam, concipe ABCD (*Fig.* 114.) eſſe vitreum, vel aqueum, parallelepipedum aere circumcinctum, cujus ex oppoſitis & parallelis planis duo, lineis AC, & BD, deſignentur. Et Sol illud per exiguum foramen F obliquè tranſluceat, ejúſque paralleli, vel convenientes, Radii in anteriori ſuperficie ad H ita debent inæqualiter refringi, ut ab invicem deinde divergant, uſque dum incidant in poſteriorem ſuperficiem ad PT, & ibidem Colores omnigenos depingant, perinde ut ſupra ſat fuſè explicui. Jam, cùm, propter parallelifmum ſuperficierum refringentium, Radii tantùm à poſteriori recurventur, quantùm incurvantur à priori, neceſſe eſt, ut ſibi ipſis, ex aere ſecundùm SH incidentibus, emergant paralleli, adeòque diſtantias ac poſitiones acquiſitas in infinitum ſervent, & elicitos Colores eò uſque ſine aliquâ variatione promant. Quemadmodum, ſi PH, è refractis ad H, ſit purpuriformis Radius, & TH rubriformis, eorum denuo refracti P*p* ac T*t* incidentibus SH, adeòque ſibimetipſis, paralleli emergent; & proinde Purpuram & Rubedinem, quam ad P ac T exhibuere, ad quamlibet diſtantiam *pt* immutatam transferent, & ſine quâvis uſpiam variatione conſervabunt, purpureo à P in *p* tranſlato, rubeo à T in *t*, ceteríſque à locis intermediis in loca correſpondentia.

Hoc equidem præciſè debet evenire, ſi modò Radii ſecundùm eundem SF, vel parallelas lineas, in hoc Priſma inciderent; ſiquidem, tunc emergent paralleli: at, cùm inclinantur ad invicem, uti de promanantibus à diverſis partibus ſolaris diſci contingit, tunc etiam emergent inclinati, & eapropter mutationes quaſdam in ulteriori tranſlatione patientur. Utpote, circuli à ſingulis Radiorum generibus effecti, ex quibus, in longum diſpoſitis, colorata Solis imago in ſuperficiem BD procidens conſtituitur, propter divergentiam Radiorum in foramine F decuſſantium eò dilatiores evadunt, quò Radii longiùs poſt emergentiam fluunt; dum eorum centra, quæ Radiis à centro Solis, ſecundùm eandem quampiam lineam, ante Refractionem effluentibus illuminentur, eaſdem, poſt Refractionem, diſtantias & poſitiones inter ſe perpetuò conſervant. Et hinc eſt, quòd ſpatium *prt* ſolari Luce, in tene-

tenebroſum cubiculum immiſſâ, illuminatum, eò magis dilatetur, & in orbicularem formam contrahatur, quò longiùs poſt Priſma terminatur; & Viriditas in medio R, ſiqua ſit, paulatim tranſmigret in Albedinem, vel, ſi nulla ſit, ſed propter anguſtiam Priſmatis hujus, aut amplitudinem foraminis Lucem intromittentis, Albedo medietatem Colorum occupet, eadem Albedo ſenſim dilatetur. Sed Colores tamen hinc inde non diluuntur, nec in ſpatium anguſtius contrahuntur, utut minùs luminoſi, propter dilatationem imaginis, evadant. De variis Colorum Phænomenis.

Ad hæc, ſi mediante parallelepipedo intueamur viſibilia, Coloribus non ſecus tingantur, quàm ſi Priſma triangulare adhiberetur; præſertim, ſi parallelepipedum ad pertranſientes Radios ſat obliquetur, ut multùm refringat, & objecta ſint admodum propinqua. Nam, ſi objecta longinqua ſint, ſive intervallum iſtud intercedat parallelepipedum & objecta, ſive parallelepipedum & Oculum, utcunque Refractio per obliquitatem parallelepipedi fiat magna, Colores tamen non generabuntur. Sit X (*Fig.* 115.) punctum lucidum Radios per parallelepipedi refringentia plana AC, & BD, ad Oculum S emittens, & manifeſtum eſt, quòd ducta S*t*NX, quæ rubriformem Radium deſignet, & S*p*MX, quæ deſignet purpuriformem, hi Radii ad utramque ſuperficiem æqualiter refringentur, adeóque triangula *p*S*t*, MXN ſimilia conficient, purpuriformi Radio, propter majorem Refrangibilitatem, hinc & inde apud *p*, & M, plùs vergente à directo tramite, quàm rubriformis: unde neceſſe eſt, ut ſeſe alicubi intra Priſma decuſſent, quemadmodum videre eſt ad O, iterum conficientes triangula *p*O*t*, MON, ſimilia, ſive trapezium S*p*O*t* ſimile trapezio XMON, adeòque Oculum petent, tanquam ſi primariò fluxiſſent ab eodem O, & Refractionem ab unicâ tantùm ſuperficie AC paſſi fuiſſent. Et hinc non tantùm ſequitur Colores generari, ſed & angulum *p*S*t*, ſive Colorum apparentem latitudinem, aliáſque circumſtantias pro quâlibet Oculi poſitione determinari poſſe. Quemadmodum manifeſtius erit, ſi conferas cum experimento, quo objecta in aquam altè immerſa obliquè inſpicienti Coloribus nonnihil tincta videntur, propter Refractionem ſtagnantis ſuperficiei. Nam AC TAB. XXV.

Pars II. Sectio II. ſuperficiem ſtagnantis aquæ, & O objectum aliquod immerſum, quod Spectator S intuetur, referre poteſt. Quod quidem O facilè invenies, ducendo rectam SX, quæ refringentes ſuperficies ſecet in K, & L, ac dividendo in O, ut ſit SK ad LX ut SO ad OX, ſive ut KO ad OL.

Quinimò, ad hæc experienda pro parallelepipedo vas optimè adhiberi poteſt, quod in fundo transfoditur, & vitri laminâ perpolitâ & horizonti parallelâ reſarcitur, ut aquam cohibere poteſt. Nam, cùm aqua ad altitudinem pedis, aut ampliùs, infunditur, Lux, per vitri aut aquæ iſtius parallelas ſuperficies obliquè trajecta, Colores pro more explicato producet, poſſiſque, ſucceſſivè collocando objecta ad X & O, phænomena conferre. Id, quod etiam fieri poteſt diſponendo duo vitrea Priſmata triangularia, ut
TAB. XXVI. ACE, DBF (*Fig.* 116.) ad diſtantiam pedis, aut ampliùs, in eo ſitu, ut eorum latera correſpondentia, AC ad DB, & CE ad BF, evadant parallela, & Radii per interiores ſuperficies perpendiculariter, proximè, trajiciantur. Tunc enim exteriores AC, & BD, refringentia plana parallelepipedi referent. Et, propter vitri majorem quàm aquæ vim refrâctivam, Colores elicientur magis illuſtres.

Et hæc de Colorum à parallelis planis geneſi monuiſſe ſufficiat; niſi fortè juvet annotare diverſitatem effectuum, qui ab hiſce producuntur, & à triangularibus Priſmatibus. Ejuſmodi ſunt 1°., quòd Colores, cùm in papyrum projiciuntur, ſplendidiores evadunt per auctam papyri longinquitatem, ſi modò Priſma ſit triangulare; ſin parallelepipedum, hebeſcunt. 2°. Cùm objecta per Priſmata triangularia tranſpiciuntur, Colores itidem ſplendidiores evadunt ex objectorum auctâ longinquitate, at ſecus fit in parallelepipedis. 3°. Cùm Sol tranſlucet Priſma triangulare, Colores oriuntur, terminando Lucem ex utrâvis parte Priſmatis: at, cùm tranſlucet parallelepipedum, Colores non oriuntur terminando Lucem à poſteriori ejus parte. Cujus rei ratio eſt, quòd heterogenei Radii à triangulari Priſmate divergentes fiunt, adeòque, poſt emergentiam, plùs pluſ-

Digitized by Google

Fig. 111.

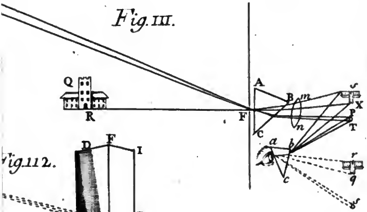
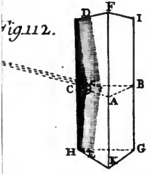


Fig. 112.



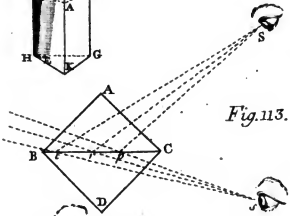


Fig. 113.

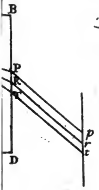
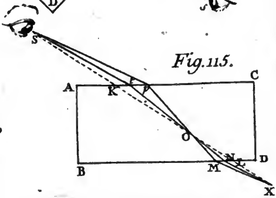


Fig. 115.



Digitized by Google

plùſque ſegregantur; at in paralleliſmum reſtituuntur emergentes è parallelepipedo, & non ampliùs ab invicem recedunt. Denique notum eſt, quòd Colorum, in extremam partem Oculi, in Solem vel lucernam per Priſma triangulare reſpicientis, quilibet aſtans videbit ordinem ei contrarium, quem videt ipſe Spectator. At, cùm parallelepipedum adhibetur, idem erit ordo Colorum in utroque caſu, propter decuſſationem Radiorum in parallelepipedo, ubi Spectator tranſpicit, quemadmodum inſpicienti ſchemata manifeſtum. De variis Colorum Phænomenis.

Et ex hàc effectuum diverſitate phænomenon componitur, quo Colorum ad diverſas diſtantias diverſi fiant ordines. Utpote per vas aqueum ABCD, (*Fig.* 117.) in cujus fundo YZ refert laminam vitream, quam in ſuperioribus horizonti parallelam eſſe ſuppoſui, jubare trajecto, ſi vas ad partes Solem verſùs allevetur, ut fundum ejus magis obliquetur ad perlabentem Lucem, quàm ſuperior ſtagnans ſuperficies; heterogenei Radii, propter majorem in egreſſu Refractionem, convergentes evadent; adeòque, decuſſando, mutabunt ſitum. Si Lucem chartà proximè egreſſam excipias, Purpura cadet infra Ruborem; & chartam longiùs differendo in loco decuſſationis, per commiſturam evaneſcent converſi in Albedinem, ac poſtea de novo emergent in ordine contrario, ut videre eſt ad Q, R, & V, TAB. XXVI.

Ad aliud experimentum jam tranſeo his quodammodo affine; quo Colores, non à parallelis quidem ſuperficiebus generantur, ſed à ſuperficiebus ita inclinatis, ut interpoſitâ Reflexione parallelarum rationem habeant. Sit SF (*Fig.* 118.) linea Coloribus omnigenis irradiata, quorum purpurei, dum ad F ingrediuntur Priſma, refringuntur verſùs H, & rubei verſùs G; abinde verò reflectuntur ad K, & I; unde egredientes refringuntur denuo ad M, & L. Dico jam, ſi Priſmatis anguli ABC, & CAB, æquentur, emergentes Radii IL, & KM, paralleli erunt. Nam, in triangulis FGA, IGB, cùm anguli A, & B, ex hypotheſi, æquentur, ut & anguli FGA, & IGB, propter æqualitatem Incidentiæ & Reflexionis, triangula erunt ſimilia, angulſque AFG, TAB. XXVI.

Pars II. Sectio II. BIG æquales, atque adeò æqualis erit Refractio in F, & I, & inde anguli CFS, CIL, æquales. Et, eâdem ratione, patebit angulum CKM angulo eidem CFS æqualem eſſe, adeòque Radios IL, & KM, parallelos. Jam, cùm Radii IL, & KM, ſecundùm eandem lineam SF ſucceſſivè incidentes, non ſecus emergant paralleli quàm in præcedentibus, ubi ſuperficies refringentes erant parallelæ, eadem omnia phænomena, quæ ibi oſtenſa ſunt, huic competere certum eſt. Quemadmodum, Lucem Solis Coloribus tingi, ſi Priſma ſatìs amplum adhibeatur, ut ſpatium FGI, vel FHK, ſufficiat ad efficiendam ſenſibilem divergentiam Radiorum, antequam, per iteratam Refractionem, in parallelismum reducantur; ſed ejuſmodi Colores, non perſectiores, per longinquitatem obſtaculi quo interciduntur, evadere. Item, iſtos Colores, ſi Oculo poſtpoſito immediatè excipiantur, eò magis manifeſtos fore, quò objectum, quod intuemur, ſit Oculo propinquius; ut, & eò magis, quò anguli CAB, & CBA, majores exiſtant; & eundem denique ordinem ſervare cùm in obverſum Oculum directè mittuntur, atque cùm cernuntur ad parietem, aliudve obſtaculum terminati. Hæc, inquam, evenire debent, ſi amplum Priſma adhibeatur, (quale ex aquâ vitro circumdatâ fabricari poſſit,) & anguli A, & B, conſtituantur æquales. At, in anguſtis Priſmatibus, diſtantia Radiorum IL, & KM, minor eſt quàm ut Colorum ſenſibilis poſſit eſſe latitudo, & cùm anguli A, & B, ſunt inæquales, perinde eſt, ac ſi refringentes ſuperficies, in præcedentibus, non ſunt parallelæ, & ſimiles ſunt effectus.

Quod de Coloribus dicitur, cùm unica tantùm Reflexio Refractionibus intervenit, facilè applicatur ad alios caſus, ubi plures interveniunt; ſed placet aliquod præterea de Reflexionibus exponere, quibus generantur effectus, quos ſolæ Refractiones exhibere poſſunt. Sit SF, (*Fig.* 119.,) ut priùs, linea diverſis Coloribus ſucceſſivè irradiata, qui verſùs *p*, *t*, aliáque intermedia loca, pro gradibus Refrangibilitatis, à Priſmatis latere BC reflectantur ad M, N, ubi iterum impingentes in latus AC refringuntur denuo ad P, T, & Colores ad P, T perinde apparebunt, atque

TAB. XXVI.

ad

ad $\pi\tau$ apparerent, ſi modò Radii Fp, Ft, &c. per duplum Priſma ABC; (ideſt, per Priſma, cujus angulus verticalis ACb, ſit duplo major hujus angulo verticali ACB,) rectà fluxiſſent ad mn, & inde verſùs $\pi\tau$ refringerentur. Nam, pares ſunt omnes utrobique anguli, ſive à plano BC, per AC verſùs PT reſiliant Radii, ſive longiùs per BC pergant ad $\pi\tau$, utpote angulus CtN (=BtF) =Ctn; & inde CNt=Cnt; adeòque CNT =C$n\tau$. Atque idem in aliis Radiis intellige. Cùm autem præcipuæ Colorum ad $\pi\tau$ circumſtantiæ in ſuperioribus tradantur, cramben jam reponerem, ſi quid amplius de perſimilibus phænomenis ad PT inſtituerem dicere. De variis Colorum Phænomenis.

De phænomenis Lucis per media ſphæricè terminata tranſmiſſæ, déque Iride.

Hactenus Colores Refractionibus planarum ſuperficierum generatos contemplati ſumus; jam de ſphæricis ſuperficiebus agendum eſt; & imprimis, de Lentibus, ſeu figuris, à duabus diverſarum ſphærarum portionibus, comprehenſis. Ejuſmodi autem Lens eſto MN, (*Fig.* 120.,) per quam Lux ſolaris juxta Ff, nec non undique terminata tranſmittitur. Sítque HK Focus, ad quem poſtea convergat. Et, cùm Radii ſimiliter incidentes, non omnes ſimiliter refringantur, concipe, quòd, Radiorum ſecundùm OF incidentium, purpuriformes refringantur ad K, rubriformes ad H, & viridiformes ad punctum intermedium r. Et, pari ratione de Radiis ſecundùm Of incidentibus, concipe, quòd purpuriformes tendunt ad H, rubriformes ad K, ac viridiformes ad r. Atque idem de Radiis undique terminatis, (juxta Lentis peripheriam,) concipe. Et patebit primò, ſi Radii à papyro DL priùs terminentur, quàm ad locum HK conveniant, quòd Color rubeus in confinio Lucis & umbræ deberet undique conſpici. Utpote, ſi lineæ FH, Fr, & FK, ipſam DL in punctis T, R, & P ſecent; FH quidem in puncto T, Fr in puncto R, & FK in puncto P: poſito ſimiliter quòd fH, fr, & fK, eandem DL in punctis π, ϱ, ac τ, reſpectivè ſecent, & productis etiam FH, & fK, TAB. XXVII.

Pars II. Sectio II. donec ſibi in *t* occurrant ; ut, & FK, & *f*H, donec occurrant in *p*, conſtabit punctum *t* longiùs diſtare à Lente, quàm punctum *p*, quandoquidem cadit ultra locum HK, *p* verò citra. Et proinde, puncta P, & *π*, interjacent punctis T, & *ז*. Conſtabit etiam purpuriformes Radios per totum ſpatium P*π* ſolummodo diſpergi; propterea quòd, per integrum ſpatium F*f* in Lentem parallelè incidentes, verſùs locum *p* refringantur ; & ſic Radii viridiformes ſpatium R*ϱ* occupabunt ; uti & rubriformes ſpatium T*ז*, extra quod nulli omnino ex Radiis parallelè incidentibus, (niſi contingenter & nullâ certâ lege, propter bullulas quaſdam, aliáque vitia in vitro latentia, refracti,) poſſint divaricare. Quare ſpatium P*π* à Radiis omnium Colorum illuminatum, debet albeſcere. At, cùm purpuriformes deſint à ſpatiis R, & *ϱ*, ceterorum miſtura debet exhibere flavum. Atque ita, cùm ſoli rubriformes extendantur ad T, & *ז*, in locis T, ac *ז*, Rubor apparebit, & ſpatium illuminatum P*π*, (quod orbiculare concipe,) duobus Colorum circulis, rubeo, flavóque, tingetur. Hæc equidem eveniunt, cùm charta DL inter Lentem & punctum *p* collocatur. Et Colores tantò perfectiores evadunt, quò charta ſit puncto *p* propinquior. Et, cùm ſtatuitur ad ipſum *p*, Albor è medio penitus evaneſcere deberet, ſi modò Radii, à diverſis partibus ſolaris diſci ad Lentem manantes, inciderent paralleli. Quòd, ſi charta paulò longiùs amoveatur, uti ad *r*, ubi viridiformes Radii concurrunt, adverſi Colores ubique ad illam diſtantiam miſcebuntur. & ſe invicem ita delebunt, ut vix alius, quàm Albor apparebit. Si charta deinceps adhuc longiùs tranferretur, puta, ad *dl*, invertetur Radiorum ordo, & puncta *ז*, ac T, interjacebunt punctis P & *π*, adeòque ſpatium T*ז* ab omnibus Coloribus illuminabitur, & proinde albeſcet; & in ſpatiis circa R, & *ϱ*, ad quæ Rubor non extenditur, cæruleus componetur, & violaceus apparebit in extremitate ſummâ P, & *π*. Qui quidem Colores non tantùm manifeſtiores ſunt, quàm Rubor & flavus, per interpoſitionem chartæ inter Lentem & Focum, ut priùs, emergentes ; ſed perpetuò manifeſtiores evadunt, quò charta adhuc longiùs amovetur.

Lati-

Fig. 116.

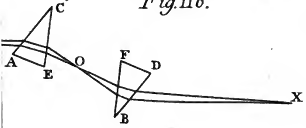




Fig. 118.

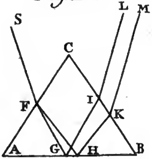
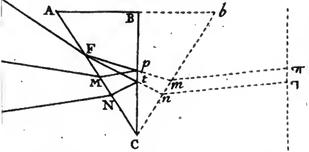


Fig. 119.



Digitized by Google

Digitized by Google

Latitudo ſpatii, ſic tincti Coloribus, ex præmonſtratis petenda eſt; vel etiam ſic facilè determinari poteſt. Cùm differentia Refractionis Radiorum, in Refrangibilitate maximè diſcrepantium & ſimiliter incidentium, ſit quaſi ſeptuageſima pars totius Refractionis, ut ex oſtenſis patet; &, cùm angulus HFK deſignet differentiam Refractionis, angulúſque Frf ſummam Refractionum utrinque ad F, & f, factarum; hoc eſt, duplum Refractionis juxta alterutrum F, & f; angulus HFK erit quaſi ſeptuageſima pars ſemiſſis anguli Frf, ſive $\frac{1}{140}$ pars totius Frf; & proinde, ſubtenſa HK quaſi $\frac{1}{140}$ pars latitudinis Ff, per quam Luci patet aditus, aut eá fortaſſe paulò major. Denique, cùm ſit Fr. FR :: HK. TP, vel $\tau\pi$, dabitur intervallum TP, vel $\tau\pi$, quod quærebatur. Si quis autem cupit, ut hæc exactiùs determinentur, computatio non eſt adeò difficilis, quin ut ipſe, adhibito calamo, perficiat. Quod ad Lentes utrinque concavas attinet, è jam oſtenſis facilè conſtabit eas Lucem trajectam in ejus extremitate cum cæruleo tingere. Quæ verò de Lentibus utrinque convexis, vel concavis dicuntur, de convexo-concavis æquipollentibus ſunt etiam intelligenda. De variis Colorum Phænomenis.

Sunt & alia phænomena, quæ de Lentibus explicare poſſem; ſed, cùm Oculi pars anterior, (humor nempe cryſtallinus, ac tunica cornea,) ſpeciem Lentis Radios ad retinam congregantis referat, de ipſâ maluiſſem nonnulla dicere. Eorum tamen, quæ de Lente jam explicui, nolo aliquid enixè repetere, cùm ad Oculum facilè applicentur, utut expertu ſatis difficilia ſint, propterea quòd ægrè poſſimus efficere, ut Oculi pars anterior, & poſterior, ad invicem ita accedant, aut ab invicem recedant, ſicut de Lente, & papyro, Lucem terminante deſcripſi. Quapropter Radii, ut plurimum, eo modo in retinam procidunt, quo poſui terminatos eſſe in papyrum $\delta\lambda$; atque adeò, propter miſturam diſſimilium, quæ ab oppoſitis partibus pupillæ adveniunt, Colores mutuò delebuntur, & convertentur in album, ſi objectum, quod intuemur, ſit album; aut in illum quemlibet Colorem, quocum objectum tingitur, ſiquidem ille tunc ceteris debet prævalere. Ce-

Part II Sectio II. Ceterùm, ex hiſce detegitur modus, quo omnia, quæ nudis Oculis intueamur, poſſint ita tingi Coloribus, ac ſi Priſma interponeretur, licèt multò minùs manifeſtò. Idque ſi Radii per alteram partem pupillæ tranſituri, ab interpoſitione digiti vel cujuslibet obſtaculi, prope Oculum intercipiantur, dum Radii ingreſſuri alteram partem liberè tranſire permittantur. Hujuſce verò rei duos caſus non pigebit explicare; alterum, cùm Radios intercipimus ad partes verſùs objectum lucidius; poſito nempe, quòd objecta duo, album & nigrum, juxta poſita intueamur; & alterum, cùm Radios intercipimus ad partes verſùs nigrius. Sit (*Fig.* 121.) TAB. XXVII. ergo, LB objectum lucidum, & BD obſcurum, quorum terminus communis ſit B, à quo Radii in Oculum dl, juxta oppoſitas partes pupillæ Ff, promanantes ſint BF, & Bf; Radii autem ſecundùm lineam BF in Oculum pergentes, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur verſùs H, r, & K. E contra verò, qui pergunt in lineâ Bf, refringantur verſùs K, r, & H, ceteráque gradatim intermedia loca, prout de Lente modò explicui. Ponamus jam, quòd eg ſit obſtaculum, quo omnes Radii prope f lapſuri intercipiuntur, prætermiſſis Bg, & ejuſmodi aliis per F ſolummodo tendentibus; & conſtabit primò, quòd ex Radiis à diverſis partibus objecti LB manantibus, qui veniunt à partibus verſùs L in retinam incidunt propiùs ad l, quàm qui veniunt à partibus verſùs B; ſiquidem in pupillâ decuſſant. Et ſic BD deberet Radios verſùs Hr emittere. Sed, cùm illud BD, propter Nigredinem, nullos penè Radios in Oculum jaculetur, retina ld, non ultra verſùs d illuminabitur, quàm ad H. Quinimo, non ad H uſque illuminabitur, niſi à Radiis rubriformibus; viridiformes enim terminabuntur in r, & purpuriformes in K, ſpatio lK à purpuriformibus, lr à viridiformibus, & lH à rubriformibus illuminato. Quamobrem ſpatium lK, propter omnium Radiorum miſturam, albeſcet ad inſtar objecti BL; ſed in exiguo ſpatio HK, quod termino B reſpondet, Colores generabuntur, rubeus quidem ad H, propter ſolos rubriformes Radios illuc tendentes, & flavus ad r, propter miſturam Viriditatis, Flavedinis, ac Rubedinis. Jam, cùm omnia videantur pro more imaginum in Oculum

lum receptarum, conſtat objectum LB juxta extremitatem ejus B non diſtinctè cerni, ſed Coloribus rubeo & flavo tingi. De variis Colorum Phænomenis.

Ad eundem modum, ſi transferatur obſtaculum *eg*, &, ceteris ſtantibus, objecto interponatur & Oculo ſecundùm adverſas partes pupillæ, prout videre eſt ad EG, eò ut Radii juxta F intercipiantur, Radiíque B*f* in Oculum præter BG ingrediantur: conſtabit è contra, quòd, ex Radiis à toto BL proſilientibus, purpuriformes occupabunt ſpatium H*l*, viridiformes ſpatium *rl*, & rubriformes ſpatium K*l*. Quare, ſpatio K*l*, ut priùs, albeſcente, Color violaceus jam debet apparere in H, & cæruleus in *r*; & eapropter objecti LB extremitas B jam aliis tingitur Coloribus, violaceo & cæruleo.

Et ad eundem modum, ſi duo quælibet objecta, vel ejuſdem objecti diverſæ partes juxta poſitæ, gradu Lucis differant, etſi alterum non ſit omnino nigrum, tamen Colores apparebunt in eorum communi termino; rubeus quidem, & flavus, cùm obſtaculum ad partes verſùs objectum obſcurius; violaceus autem, & cæruleus, cùm ad partes verſùs objectum lucidius interponitur. Et, ut paucis rationem denuo comprehendam, neceſſe eſt, ut Radii ex unaquâvis parte pupillæ Colores producant, cùm Radii ex adverſâ parte ſiſtuntur, à quorum omnium miſturâ oritur temperamentum Albedinis. An iſthæc verò phænomena vulgò obſervantur, haud ſcio. Sanè, non ſunt inventu nec expertu tam difficilia, nec ab iis, quæ CARTESIUS ſub fine capitis undecimi de *Meteoris* edocuit, tam aliena, quin cuiquam potuiſſent occurrere; niſi fortè, quòd Colores illi propter tenuitatem vix ſint ſenſibiles. Experimentum itaque fiat per objecta longinqua, quorum alterum ſit nigerrimum, & alterum ſatis candidum ad feriendum ſenſum, ſed non tantâ Luce reſplendens, ut ſenſum obtundat, vel pupillam conſtringat. Nam, hujuſmodi effectus ſunt eò magis manifeſti, quò pupilla ſit latior, & majori aperturâ Radiis ingredientibus pateat.

Sunt & alii inſigniores effectus, Irides nempe, vel Coronæ, quales D. CARTESIUS circa candelam quondam obſervabat, & in *Meteoris* explicuit. Et, cùm illæ ſoleant apparere, quando

Pars II. Sectio II. Oculi figura aliquâ vi extrinſecus illatâ vitiatur; neceſſe eſt, ut à curvaturâ aliquâ, vel plicâ, in tunicis ejus de novo formatâ, oriantur. Cryſtallino autem vis non imprimitur, niſi mediantibus humoribus, quibus undique cingitur; &, cùm fluida facillimè cedant preſſuris, humores illi vim quamlibet illatam ita per totam molem diffundent, ut cryſtallinum vix poſſint inæqualiter premere, neque ideo figuram ejus vitiare. Id enim experti ſunt, qui aquis altè ſubmerguntur; nam, etſi tota aquarum moles incumbat illis, preſſuram haud ſentiunt, quæ tamen foret maximè ſenſibilis, ſi corporum ſubmerſorum partes ita premerentur inæqualiter, ut figuras eorum violare conarentur. Reſtat ergo, ut ejuſmodi Coronarum, ſive Iridum generatio vitioſis configurationibus tunicæ corneæ illatis tribuatur; idque eò magis, quòd Radii maximam Refractionem in exteriori ejus ſuperficie patiantur; & proinde, per leviora ejus vitia à recto tramite detorqueri poſſint. Utut non pernegem, quin iis, qui laborant Oculis, rugæ aliquæ, (propter humorum defectum, aut exceſſum,) in cryſtallini ſuperficiebus non minùs, quàm in tunicâ corneâ poſſint efformari. Nec non aliæ etiam Colorum cauſæ poſſunt evenire; ſed, cùm earum infinita ſit varietas, & illæ ſint eminentiores, quæ à vitioſis tunicæ corneæ figuris petuntur, non gravabor earum aliquod ſpecimen exhibere; unde ceterarum cauſæ facilè patebunt.

Notiſſimum eſt, quòd mollium partes non ſolùm preſſioni cedunt, in quas vis immediatè imprimitur, ſed & aliæ etiam partes remotæ, prout vim partium immediatè preſſarum ſuſtinent. Et ipſe nonnunquam obſervavi in laminis convexo-concavis & ex materiâ mediocriter rigidâ confectis, (quales ex coriis bubulis in morem ſegmenti ſuperficiei ſphæricæ contundendo formari poſſunt,) quòd, cùm in meditullio, ſeu vertice, premuntur, non ſolùm ibi cedunt tactui, ſed & undique, ad inſtar vallis annullarem collem depreſſæ vertici circunductum comprehendentis, intus flectuntur, idque citiùs & magis manifeſtò, ſi ſint paulò rigidiores juxta verticem, quàm prope peripheriam. V. G. Sit *k n n*

TAB. XXVII. (*Fig.* 122.,) lamina ſphæricè convexo-concava, quæ circulari ejus extremitati, tanquam baſi, incumbens, mole aliquâ, planâ

&

& ad baſem ejus parallelâ, AB prematur; & manifeſtum erit, quòd hæc lamina maximè cedet preſſioni in vertice *n*, ubi ab incumbente mole primò contingitur. Sed in aliis etiam locis, ut in λ & *l*, poſſit etiam intus recedere, dum in locis intermediis, ut *m* & μ, partes aſſurgunt. Atque hâc ratione configurationem acquiret haud diſſimilem aquæ undulanti, puteolo *n* referente centrum undarum, & ripâ *m*, μ, referente undarum primam valle λ, *l*, circundatam. Et ad eundem modum poſſibile eſt, ut tres, vel plures, valles premendo deſcendant, quarum culmina internata ſint pluribus undis ſe invicem ſubſequentibus conſimilia. Et hujuſmodi configurationes, ceſſante preſſione, poſſunt aliquandiu conſervari, gradatim tamen evaneſcentes. Nam, ut primùm preſſio ceſſat, cavitas in *n* ceſſabit fortè, & partes ibi in convexitatem aſſurgent, & gradatim fient plùs plùſque convexæ, donec redeat figura, quam ante preſſionem habuere; & ſic ceterarum partium figuræ ad priſtinum ſtatum gradatim redibunt. Jam, cùm tunica cornea ad modum præfatum convexo-concava ſit, & mediocriter rigida, & circa medietatem ejus pauló craſſior, & proinde rigidior, quàm juxta peripheriam; &, ſiquando figura ejus ab externâ preſſione vitietur, probabile ſit illam preſſionem circa meditullium ejus maximâ ex parte contingere; itaque poteſt aliquando forſan accidere, quòd, cùm premitur, non ſolùm in apice cedat preſſioni, ſed quòd in pluribus etiam circulis apici concentricis parùm aſcendat, & alternis vicibus deſcendat. Et hujuſmodi rugæ concentricæ poſſunt etiam ex defectu humorum, quo tunicæ flacceſcunt, nec non ex aliis fortè cauſis accidere, & quantùmvis exiguæ ſint, poſſunt tamen Radios ad alias atque alias partes retinæ refringere, & ſic efficere, ut alii atque alii Colorum circuli appareant. Sed, ut videamus, quo pacto ex hujuſmodi rugis Colores generari debent, ponamus Radios è longinquo manantes, ſive parallelos, in ſuperficiem *k* × (*Fig.* 123.) ita, ut dictum eſt, intortam, & in eâ refractos, ſiſti deinde ab aliâ opacâ ſuperficie EF. Et, cùm hujus ſuperficiei partes depreſſiores, Radios ad puncta remotiora congregent, quàm partes aſcendentes, ſive magis acclives, ponamus, quòd Radii

De variis Colorum Phænomenis.

TAB. XXVII.

Pars II. Sectio II. circa meditullium ejus $m n \mu$, ubi maximè deprimitur, congregantur ad G; & quòd à partibus *l*, & λ, maximâ acclivitate ſurgentibus, congregantur ad I; & ſic, quòd à partibus *k*, & $\varkappa$, ubi rurſus deprimitur, congregantur ad H; & quòd ab intermediis partibus congregantur ad intermedia puncta. Ductis ergo *m* G, & μ G; *l* I, & λ I; *k* H, & $\varkappa$ H, occurrentibus ſuperficiei, ſeu obſtaculo EF, in punctis *r*, & ϱ; π, & *p*; R, & P; nec non axe GHI occurrente eidem EF in puncto *o*, ut & refringenti ſuperficiei $k \varkappa$ in puncto *n*, & poſito quòd iſta EF interjaceat punctis H, & I; manifeſtum erit perpendenti Refractiones hujus $k \varkappa$ in ſingulis ejus punctis à centro *n* ſucceſſivè ad extremitates *k*, vel $\varkappa$, quòd Radii, prout longiùs ab *n* verſùs *m* per refringentem ſuperficiem trajiciuntur, incidant in obſtaculum EF longiùs ab *o* verſùs *r*, aduſque certum terminum, puta, dum ad Radium *mr* deventum ſit: deinde, quòd, facto regreſſu, incidant propiùs ad *o*, & poſtea ad alteras ejus partes pergant, donec iterum fiat elongatio maxima, velut in *p*, cùm deventum eſt ad Radium *l p*; tum denuo revertantur Radiorum occurſus, ídque continuò, prout ab *l* verſùs *k* procedit Refractio, donec tertiò terminentur, quemadmodum in R, occurſu Radii *k* R. Ad eundem modum Lux inter *n*, & $\varkappa$, refracta terminabitur in punctis ϱ, π, & P. Atque etiam, ſi plures eſſent rugæ, plures forent Lucis terminationes. Ceterùm, de Luce per ſpatium $r \varrho$ diffuſâ, cùm cauſa, quòd extra vagatur punctum *o* uſque ad terminos *r*, & ϱ, ſit ejus parva Refractio propè *m*, & μ, ſequitur, quòd Radii minùs refrangibiles, hoc eſt, rubriformes, debent magis extravagari, & proinde terminus Lucis *r*, vel ϱ, debet Rubedine tingi; & ſic, de Luce per ſpatium πp diffuſâ, cùm cauſa, quòd extravagatur punctum *o* uſque ad terminos *p*, & π, ſit ejus nimia Refractio propè *l*, & λ, ſequitur, quòd Radii magis refrangibiles, hoc eſt, purpureum & cæruleum pingentes, debent longiùs deviare, & Colores eorum in exteriori parte termini *p*, & π, depingere; unde, in interiori ejuſdem termini parte rubriformes Radii ad ſuos etiam Colores depingendos debent prævalere. Et ſimili ratione, Radii circa *k*, & $\varkappa$, refracti, ſi ſint rubriformes, tendent ad exteriorem partem termini R, & P; & ad inter-

teriorem, ſi ſint cæruliformes. Et ſic tres habebuntur Irides; R P, extra rubea, & intra cærulea; $p\pi$, extra cærulea, & intra rubea; $r\varrho$, extra rubea, quæ etiam debet eſſe intra cærulea, niſi fortè, quòd Color ille à rubeo, propter parvitatem Refractionis in μ, & m, haud ſatis cernitur, ut fiat ſenſibilis, & propterea quòd multùm obſcuratur à copiâ Lucis undique per $ro\varrho$, locum imaginis lucidæ, quam cingunt Irides ſparſæ. Harum verò Iridum formæ & relationes inter ſe poſſunt variis modis mutari, ídque, non tantùm è variis formis, quas ſuperficies $k\kappa$ poſſit induere, ſed etiam è variis diſtantiis inter hanc $k\kappa$, & obſtaculum EF. Ut, ſi ſtatuantur paulò magis diſtantes, quàm deſignavi, circuli R P, & πp, poſſunt coincidere, & mutuos Colores delere, coeuntes in albicantem circulum. Sin magis adhuc diſtent, Iris πp cadet extra Iridem R P. Quòd ſi EF ſtatuatur ad locum I, hæc Iris πp evaneſcet; & poteſt etiam coincidere cum Iride $r\varrho$, ſi EF paulò ultra, vel citrà locum I ſtatuatur. Jam verò horum omnium ad Oculum facilis eſt applicatio, poſito quòd obſtaculum EF fundum ejus referat, & $k\kappa$ tunicam corneam ab externâ vi, aut interno aliquo vitio, perperàm curvatam. Quinetiam, ex his non modò generalis cauſa harum Iridum declaratur, ſed pro quibuſlibet ejuſmodi particularibus apparentiis cauſæ etiam particulares aſſignari poſſe videntur. Quemadmodum, ſi cui fax appareat unicâ tantùm Iride cincta, cujus pars exterior rubet, interior verò, vel alba, vel fortè nonnihil cærulea appareat; exinde concludi poſſe videtur, quòd cornea circa medietatem ejus ſit paulò depreſſior, quàm ſolet eſſe ſine aliquâ rugâ, qualem ad $l\lambda$ deſcripſi. Efficit enim illa depreſſio, ut Radii ab eodem puncto objecti venientes ad puncta longè poſt retinam conveniant, & qui proinde in retinâ ſpatium aliquod, (quaſi eſt $ro\varrho$,) occupabunt, cujus peripheria, (ut modò oſtendi,) rubeo Colore ad exteriorem ejus partem tingetur, & albo, vel dilutè cæruleo, ad interiorem. Et, quò major hujuſmodi Iris appareat, eò magis ad interiorem ejus partem debet cæruleo tingi. Poteſt etiam hujuſmodi Iris, propter annularem rugam, accidere; modò tunicæ corneæ figura in meditullio non ſimul vitietur.

De variis Colorum Phænomenis.

Digitized by Google

Pars II. Sectio II. Quòd ſi duæ Irides appareant, illud ex utrâque cauſâ conjunctâ petendum eſt; corneâ nempe, tum in medio, tum juxta peripheriam pupillæ, depreſſâ. In hujus rei illuſtrationem adhibeamus caſum, quem CARTESIUS de ſe ipſo in *Meteoris* Cap. 9. ad hunc modum deſcribit. Cùm noctu, inquit, navigarem, & totâ illâ veſperâ caput cubito innixus, manu Oculum dextrum clauſiſſem, altero interim verſùs Cœlum reſpiciens, candela, ubi eram, allata eſt, & tunc aperto utroque Oculo, duos circulos flammam coronantes aſpexi, Colore tam acri, & florido, quàm unquam in arcu cœleſti me vidiſſe memini. AB (*Fig.* 124.,) eſt maximus, qui ruber erat in A, & cæruleus in B; CD minimus, qui etiam ruber in C, ſed albus verſus D, ubi ad flammam uſque extendebatur. Oculo dextro poſtea iterum clauſo, notavi has Coronas evaneſcere; & contra, illo operto & ſiniſtro clauſo, permanere. Unde, certò cognovi illas non aliunde oriri, quàm ex novâ conformatione, vel qualitate, quam dexter Oculus acquiſiverat, dum ipſum ita clauſum tenueram, & propter quam non modò maxima pars Radiorum, quos ex flammâ admittebat, ipſius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant: ſed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur, ut per totum ſpatium $r\varrho$ ſpargerentur, ubi pingebant Coronam CD, & nonnulli alii per totum ſpatium RP, ubi coronam AB etiam pingebant. Cùm itaque CARTESIUS hæc viderit, poſtquam per totam veſperam cubito innixus erat; rugæ, quales explicui, potuerunt imprimi, unde neceſſe erat ejuſmodi Coronas apparere; & quòd tres Coronæ non apparebant, illâ ſcilicet non apparente, cujus partem exteriorem cæruleam eſſe deſcripſi, & partem interiorem rubeam, id ex eo venire debuit, quòd Radii in *l*, & λ, refracti, ex quibus hanc Coronam generari deberet, haud citiùs, quàm ad retinam, convergebant, aut potiùs non tam citò. Non enim probabile videtur, quòd tunicæ corneæ pars aliqua ab externâ preſſione poſſit fieri ſolito convexior; & niſi hoc eveniat, Radii illi non poſſunt citiùs, quàm ad retinam, convenire. Illa verò tertia Corona non poteſt apparere, niſi citiùs, (ut ad I,) conveniant. Si longè ultra convergant, Coronam tunc quidem deberent efficere, ſed cujus

TAB. XXVIII.

Digitized by Google

Fig. 120.

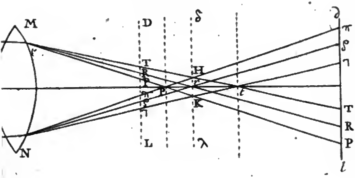


Fig. 121.

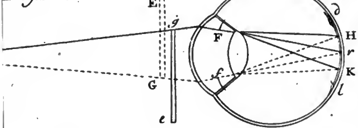
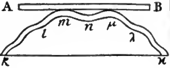
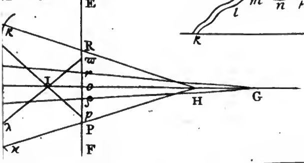


Fig. 122.



:123.



Digitized by Google

Digitized by Google

De variis Colorum Phænumenis.

cujus pars exterior rubeſceret, & tunc tres Coronæ in exteriori eorum parte rubeæ conſpicerentur. Sed in hiſce videar nimius, præſertim, cùm tanta cauſarum varietas, non ſolùm à tunicá corneâ, ſed humore criſtallino, & aliunde etiam peti poſſunt, ut haud ſit difficile plures aſſignare, quæ eoſdem quoſlibet effectus diverſis temporibus producant. Neſcio tamen, an operæ pretium ſit annotare cauſam Radiorum à lucidis corporibus, hinc inde, ad inſtar trabium, in longum protenſarum, cùm Oculis penè clauſis aſpicimus. Nempe humiditas, quæ, inter cilia & tunicam corneam verſatur, ſecundùm extremitates ciliorum parum aſſurgit. Sicut aqua vaſi impoſita altiùs aſſurgit, ubi à vaſe terminatur, quàm alibi; quo pacto fit, ut aliqui Radii ab hac humiditate priùs refringantur, quàm attingant tunicam corneam, & ſurſum detorqueantur in confinio ſuperioris cilii, ac deorſum in confinio inferioris.

Supereſt jam mirum illud cæleſtis arcûs ſpectaculum, ad cujus explicationem * CARTESIUS viam ſtravit. Huic enim debetur, quòd in guttis aquæ pluvialis decidentibus efformari cognoſcimus. Quemadmodum ex eo conſtat, quòd nunquam videtur, niſi Cœlo pluente; quòd, Sole pluviam decidentem illuſtrante, in vicis nonnunquam apparuit, quaſi non in Cœlo collocatus, ſed in aere vicino, ſuper oppoſitarum domuum parietibus affixus, vel po-

* NEWTONUS poſtea intellexit alios, ante CARTESIUM hujus phænomeni cauſam inueniſſe, ut verba ejus ſequentia teſtantur.

Hodie convenit inter omnes, arcum iſtum Refractione Luminis ſolaris in guttulis pluviæ cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli: inter recentiores autem pleniùs id invenit, uberiùſque explicavit celeberrimus ANTONIUS DE DOMINIS Archiepiſcopus Spalatenſis, in libro ſuo de *Radiis viſûs & Lucis*, quem ante annos, ampliùs, viginti ſcriptum, in lucem tandem edidit amicus ſuus BARTOLUS, Venetiis anno 1611. In eo enim libro oſtendit Vir celeberrimus, quemadmodum arcus interior, binis Refractionibus Radiorum Solis, ſingulíſque Reflexionibus inter binas iſtas Refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur; exterior autem arcus, binis Refractionibus, biniſque itidem Reflexionibus interjectis, in ſimilibus aquæ guttis efficiatur. Suámque is explicandi rationem experimentis comprobavit, in phialâ aquæ plenâ, & globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis; quò duorum arcuum iſtorum Colores, in illis ſe exhiberent contemplandos. Porrò, eandem explicandi rationem perſecutus eſt CARTESIUS in *Meteoris* ſuis; eámque, quæ eſt de arcu exteriori, inſuper emendavit NEWT. *Opt. Lib.* I. *Part.* II. *Prop.* IX.

Pars II. Sectio II. potiùs interjectus; quòd aqua per artificium aliquod ſparſim ejaculata Iridem oſtendit; & quòd gramen rore matutino, quaſi guttulis minutiſſimis, conſperſum Colores etiam Iridis exhibet. Huic etiam debetur ingenioſiſſima de Refractionibus guttæ, & earum limitibus, inventio, ſed cauſam phyſicam minùs feliciter aggreſ-

TAB. XXVIII. ſus eſt. Hanc itaque ut intelligatis, concipite Radium AN (*Fig.* 125.) in globum NFG ad N incidere, & inde verſùs F refringi, ubi rurſus, vel refringitur verſùs V, vel fortè reflectitur ad G. Et, ſi poſterius eveniat, tunc iterum in G, vel refringitur ad R, vel reflectitur ad H, & ſic deinceps; ita ut, Radiis globum ingredientibus, aliqui, ut NFV, ſtatim egrediantur, nullam Reflexionem paſſi; alii, ut FGR, poſt unam Reflexionem; & alii, ut GHS, poſt duas; aliique poſt tres, vel etiam plures. Jam verò, cùm guttæ pluviales reſpectu diſtantiæ ab Oculo Spectatoris, ſint admodum exiguæ, ut phyſicè pro punctis haberi poſſint, non opus eſt, ut earum magnitudines omnino conſideremus, ſed angulos tantùm, quos, incidentes cum emergentibus Radiis, comprehendunt: nam, ubi anguli illi ſunt maximi vel minimi, emergentes Radii ſunt ſolito confertiores; &, quia diverſis Radiorum generibus diverſi competunt anguli maximi vel minimi, ſingula ad diverſas plagas confertiſſimè tendentia in iiſdem prævalebunt ad Colores proprios exhibendos. Anguli itaque maximi vel minimi, quos ſingulorum generum emergentes Radii cum incidentibus poſſunt conſtituere, determinandi ſunt, ut horum phænomenon rationes rectè percipiamus.

Scilicet in Coroll. I & II, Prop. XXXV *, oſtenſum eſt emergentem Radium GR ad incidentem AN minimè inclinari, cùm ſit 3RR. II — RR :: CNq. NDq. Et I. 2R :: ND. NE, poſito nempe I ad R ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis; & ex hinc inventis ND, & NE, dabitur poſitione GR.

Sit, exempli gratiâ, pro Radiis maximè refrangibilibus, ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ſive I ad R, ut 185 ad 138, prout in aquâ pluviali proximè comperi, & erit 57132. 15181 :: (3RR. II — RR ::) CNq. NDq; adeòque $DN = \sqrt{\frac{15181}{57132}} \times CN$

* Pag. 175. hujus.

De variis Colorum Phænomenis.

$\times CN = \frac{5155}{10000} CN$. Unde, per tabulam ſinuum, datur arcus NL, 62 grad. 4 min. Præterea, cùm ſit I. 2R : : ND. NE : : 185. 276 : : $\frac{5155}{10000}$ CN. NE; erit $NE = \frac{7691}{10000} CN$. Et inde etiam, per tabulam ſinuum, datur arcus NF, 100 grad. 32 min. Subduc jam duplum arcûs NF ex aggregato arcûs NL & 180 grad., ſive ſemicirculi, & reſtabit 41 grad. 0 min., pro inclinatione Radii RG ad Radium AN, ſive pro angulo AXR; productis nempe AN & NG donec in X conveniant. Et hic angulus eſt, ſub quo intimus, ſive cæruleus, limbus Iridis hujus apparere debet, ſive minima ejus ſemidiameter.

Ad eundem modum, pro Radiis minimè refrangibilibus, poſito ſinu Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ut 182 ad 138, uti dimenſus ſum, invenietur $ND = \frac{5028}{10000} CN$; & $NE = \frac{7533}{10000} \times CN$; indéque, per tabulam ſinuum, arcus NL erit, 60 grad. 22 min., & arcus NF, 98 grad. 38 min. Adeòque angulus AXR, 43 grad. 6 min., ſub quo extimus, ſive rubeus, hujus Iridis limbus apparebit. Itaque maxima ejus ſemidiameter eſt, 43 grad. 6. min. A quâ ſi auferatur minima ſemidiameter, 41 grad. 0 min., emergit Iridis craſſities, 2 grad. 0 min., circiter, vel potiùs 2 grad. 37 min., additâ diametro Solis, 37 min. Sed, cùm Colores in extremitatibus ad utrumque limbum debiliores ſint, quàm quò, propter nubium conterminarum ſplendorem, videri poſſunt, ſenſibilis ejus craſſities duos gradus vix excedet.

Haud ſecus determinantur exterioris Iridis dimenſiones. Nam oſtenſum eſt in Corol. I & II, Prop. XXXVI *., emergentem Radium HS ad incidentem AN maximè inclinari, cùm ſit 8 RR. II — RR : : NCq. NDq. : Et I. 3R : : ND. NE. Quamobrem, pro Radiorum maximè refrangibilium finibus I, & R, ſubſtitutis numeris 185, & 138, ut ſupra, obtinebuntur $ND = \frac{3157}{10000} CN$, & $NE = \frac{7064}{10000} CN$; & inde, per tabulam ſinuum, arcus NL, 36 grad. 48 min., & arcus NF, 89 grad.

* Pag. 176. hujus.

Pars II. Sectio II. 53 min. Atque adeò angulus AYS=52 grad. 51 min., qui erit maxima ſemidiameter Iridis hujus. Et ſimiliter, pro Radiorum minimè refrangibilium finibus I, & R, ſubſtituendo numeros ſupra poſitos 183, 138, emergent ND $=\frac{3079}{10000}$ CN, & NE $=\frac{6965}{10000}$ CN. Unde, per tabulam ſinuum, eliciuntur arcus NL, 35 grad. 52 min. & arcus NF, 88 grad. 18 min. Adeòque angulus AYS erit, 49 grad. 2 min.; Iridis nempe minima ſemidiameter. Quamobrem, ſi à maximâ ſemidiametro, 52 grad. 51 min., auferatur minima, 49 grad. 2 min., & reſiduo addatur diameter Solis, 31 min., emerget hujus Iridis craſſities, 4 grad. 20 min.. Sed, propter majorem hujus, quàm interioris Iridis obſcuritatem, Colores vix ultra craſſitiem trium graduum, vel trium & ſemiſſis, videri poſſe conjicio.

Jam verò, ut harum Iridum rationes conſpectui diſtinctè exhibeam, ſunto E, F, & G, guttæ per aerem utcunque ſparſæ; SE, SF, SG, Radii ſolares parallelè incidentes in guttas; EM, EN, & EO, Radii diverſè refrangibiles, è guttâ E poſt unam Reflexionem emergentes; atque FN, FO, FP, & GO, GP, GQ conſimiles Radii emergentes è guttis F, ac G; nempe EO, FP, GQ, maximè refrangibiles, & EM, FN, GO, minimè refrangibiles, &c. Jam, ſi Spectantis Oculus ad O conſiſtat, ex hypotheſi manifeſtum eſt, quòd, è Radiis, quos gutta E poſt unam Reflexionem emittit, ſoli maximè refrangibiles, ſeu cæruliformes, quales EO, impingant in Oculum, reliquis, ut in EN, & EM, propter minorem Refractionem præterlabentibus. Et proinde cæruleus Color ad E conſpicietur. E Radiis autem, quos gutta G poſt unam Reflexionem emittit, maximè refrangibiles, quales GQ, præteribunt Oculum; propterea quòd Radio EO paralleli ſunt; & alterius generis Radii, puta, minimè refrangibiles, ſeu rubriformes, quales GO, in eum impingent; unde Rubor apparebit in G; & ſimili diſcurſu, gutta F in medio inter E ac G poſita, Radios mediocriter refrangibiles, ut FO, in Oculum immittet, reliquis, ut FN, FP, utrinque præterlabentibus: indé-

Digitized by Google

ig. 124.

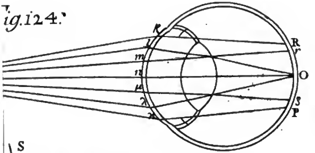
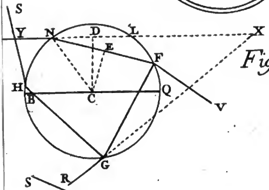
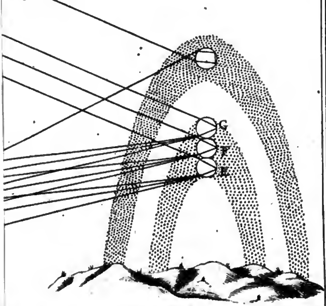


Fig. 125.





Digitized by Google

Digitized by Google

indéque Viriditas cernetur ad F. Eadem eſt ratio guttarum omnium ad eaſdem cum his guttis apparentes diſtantias, ab axe OR, qui per Solem & Oculum tranſit, poſitarum; & proinde ad diſtantias illas Colores undique apparebunt, hoc eſt, arcus variegatus, cujus interior limbus cæruleo, exterior rubro, & mediæ partes mediis Coloribus tingantur, exiſtente angulo OGQ, ſive GOE, hoc eſt, latitudine arcûs, duorum circiter graduum, juxta ea, quæ jam antè oſtendi; eſtque ſimilis diſcurſus de arcu exteriori, niſi quòd ordo Colorum, propter contrariam Radiorum inflexionem, contrarius evadat. Guttæ autem, quæ extra hos arcus ex unâ parte ſitæ ſunt, Radios omnino nullos, poſt unam, vel duas Reflexiones, duáſque Refractiones, in Oculum immittent; ex alterâ autem parte omnigenòs permiſtos, eóſque ferè inſenſibiles, & proinde nulla hujuſmodi phænomena exhibere poſſunt, ſed Cœlum in illis locis Colore ſolito apparebit.

De variis Colorum Phænomenis.

Præter phænomena Colorum, de quibus egimus, ſunt adhuc alia haud pauca, (præſertim circa Colores pertenuium lamellarum pellucidarum, quales ſunt bullarum aquoſi orbes, & aer inter vitra duo compreſſus, multárumque rerum cuticulæ pertenues,) quorum cauſa & menſura abſque ratiociniis mathematicis vix poſſunt accuratè determinari: ſed in hiſce videor nimius fuiſſe, & proinde jam ad partes Matheſeos magis abſtractas me convertere decrevi.

FINIS.

Digitized by Google

OPUS

Digitized by Google

OPUSCULUM XIX.

Continens

ISAACI NEWTONI,

EQUITIS AURATI,

SCRIPTA

Inſerta

TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS REGIÆ SOCIETATIS LONDINENSIS.

Sub Numis 80. 81. 82. 83. 84. 85. 88. 96. 97. 110. 121. 128.

Digitized by Google

ARTIC. I.

* *

ISAACI NEWTONI

Mathematum Profeſſoris in Univerſitate CANTABRIGIENSI

EPISTOLA

Continens novam ejus theoriam

DE LUCE ET COLORIBUS

Ab Auctore ad Editorem data Cantabrigiæ *A. D. ſextum Februarii Anno* 16$^{71}_{72}$, *ut cum Regiâ Societate communicaretur.*

DOMINE

EXSOLUTURUS quæ tibi promiſeram, omiſſis omnibus verbis merè officioſis, ſimpliciter dicam, quòd ineunte Anno 1666, (quo tempore operam dabam conficiendis opticis vitris figurarum à ſphæricâ diverſarum,) mihi vitreum Priſma triangulare paravi, eo notiſſima phænomena Colorum experturus. Cùm idcircò Cubiculum meum obſcurum reddidiſſem, parvóque foramine ligneam feneſtram pertuſiſſem, quò ſatis Lucis à Sole venientis intrare poſſet, illam ingredientem Priſmate excepi, quo refracta fuit in parietem oppoſitum. Et primò quidem me non parvâ voluptate affecerunt vividi & intenſi Colores ita prodeuntes; paulò poſt verò, cùm eos majori curâ & attentione conſiderarem, in oblongam figuram diductos miratus ſum; ſiquidem putabam fore, ut, juxta

Tranſ Phil. 19 Menſ. Febr. An. 16$^{71}_{72}$. Num. 80. pag 3075.

Num. 80. juxta receptas Refractionum Leges, in circularem ſeſe contraherent. Utrinque rectis lineis terminabantur, ſed difficile fuiſſet, ob Lucem gradatim evaneſcentem, extremitatum figuram accuratè definire, quæ tamen viſa eſt ſemicircularis.

Colorati hujus *Spectri* longitudinem cum latitudine collatam, quinquies, præter-propter, hac majorem inveni; quæ tanta inæqualitas maximam mihi cupiditatem injecit requirendi unde-nam oriretur. Quamquam credere vix poteram varias Vitrorum craſſitudines, aut Lucis & Umbræ vel Obſcuritatis fines tantum in Lucem poſſe, ut quid tale efficerent; tamen non extra rem putavi circumſtantias iſtas primùm ad examen revocare, & ſic perſpicere, quid accideret cùm Lux tranſmitteretur per inæqualiter craſſas Vitri partes, aut per feneſtræ foramina plùs vel minùs lata, aut per Priſma extra feneſtram poſitum ita, ut Lux per illud tranſmearet, Refractionem patiens antequam à foramine coarctaretur: ſed harum rerum nullam alicujus momenti comperi; ſemper enim eadem fuit Colorum figura.

Tunc ſuſpicatus ſum Colores ita dilatari, quòd Vitrum eſſet inæquale, aut quávis aliâ ratione fortuitò vitioſum. Experturus an id verum eſſet, ſumpſi aliud Priſma primo ſimile, quod ita ſtatui, ut Lux per utrumque tranſiens, refringi poſſet ad contrarias partes, & hoc pacto à ſecundo redigi in viam, à quâ primùm illam detorſerat: Sic enim futurum exiſtimabam, ut, quæ primum Priſma ſecundùm naturæ leges effecerat, à ſecundo Priſmate deſtruerentur, augeſcerent autem ob plures Refractiones, quæ contra has leges accidiſſent. Exitus verò fuit, quòd Lux, quæ à primo Priſmate in oblongum ſpatium diffuſa fuerat, à ſecundo in orbiculare coercita fuit accuratiùs, quàm ſi per neutrum tranſmeâſſet. * Igitur, quæcunque demum ſit hujus longitudinis cauſſa, ea certè non eſt fortuita quædam anomalia.

Cœpi igitur diligentiùs ac ſubtiliùs rimari, quid efficere poſſet diverſa Incidentia Radiorum à diverſis Solis partibus promanantium; quâ de cauſſâ metitus ſum lineas, & angulos ad Imaginem ſpectantes. Ea à foramine vel Priſmate diſtabat viginti duo-

* Hujus experimenti explicationem vide infra.

duobus pedibus; maxima ejus longitudo erat tredecim pollicum cum quadrante; latitudo autem pollicum duorum cum quinque octantibus; & foraminis diameter trium linearum, ſeu quartæ pollicis partis; at angulus, quem Radii mediam Imaginem verſùs tendentes conficiebant cum lineis, quas percurriſſent niſi refracti fuiſſent, erat graduum quadraginta quatuor & minutorum quinquaginta ſex; Verticalis autem angulus Priſmatis erat ſexaginta trium graduum, & duodecim minutorum. Refractiones, quæ ex utroque Priſmatis latere accidebant, id eſt, quas Radii, tum incidentes, tum emergentes patiebantur, erant, quàm potui accuratiſſimè, æquales, & ideò graduum quinquaginta quatuor cum quatuor minutis, circiter. Radii verò ad rectos angulos in parietem incidebant. Jam, ſubductâ foraminis diametro ex Imaginis longitudine & latitudine, ſupereſt Imago longa tredecim pollicibus, & lata duobus cum tribus octantibus; quæ latitudo concludebatur Radiis per foraminis centrum tranſeuntibus; & idcirco angulus foraminis, quem hæc latitudo ſubtendebat, erat minuti unius ſupra triginta, reſpondens diametro Solis; ſed angulus, quem ſubtendebat Imaginis latitudo, major erat, quàm hujus diametri quintuplum, utpote duorum graduum cum quadraginta novem minutis.

Theoria nova de Luce & Coloribus.

His obſervationibus factis, primùm ex illis collegi vim refractivam vitri, quam, dimenſus per Sinuum rationem, inveni ut 20 ad 31; ac, deinde, ex hac ratione computavi Refractiones duorum Radiorum profluentium ab oppoſitis *Diſci* ſolaris partibus, quorum Obliquitates, vel Incidentias, differre poſui triginta minutis cum uno; & comperi, quòd Radii emergentes comprehendere debebant angulum unius minuti ſupra triginta, ut antè quàm fierent incidentes.

Sed, cùm hæc ſupputatio inniteretur hac hypotheſi, quòd eandem proportionem ſervent ſinus Incidentiæ & Refractionis; & cùm ne mea quidem experimenta me inducere poſſent, ut eam hypotheſim adeò à vero alienam crederem, ut angulum, qui re ipſâ erat duorum graduum, & quadraginta novem minutorum, contraheret ad minuta triginta & unum; mihi temperare non

 potui,

Num. 80. potui, quin rurſus Priſma ſumerem; quo, ut priùs, feneſtræ admoto, obſervavi, quòd, licèt illud circa axem ſuum aliquantiſper ultrà citráque converterem ita, ut ejus obliquitates ad Lucem differrent pluſquàm Angulo quatuor vel quinque graduum, attamen Colores, ſitum in pariete, (quod quidem ſenſibus percipi poſſet,) non mutabant; unde conficitur, quòd Incidentiæ mutatio nullam inducit in Refractionis quantitate mutationem, quæ ſub ſenſibus cadat. Igitur hoc experimento, æquè ac ſuperiori ſupputatione mihi liquebat, quòd diverſitas angulorum, ſub quibus incidunt Radii à diverſis Solis partibus ejaculati, efficere non poteſt, ut, poſtquàm ſeſe decuſſaverunt, divergant ſub angulo, qui ſenſibus major videatur illo, ſub quo convergebant; cùm verò hic, ut plurimum, ſit triginta & unius, aut triginta & duorum minutorum, circiter, eruenda adhuc reſtat aliqua alia cauſſa, quâ creſcere poſſit ad gradus duos cum quadraginta novem minutis.

Quapropter dubitare cœpi, an non Radii, poſtquàm Priſma tranſmeaverunt, per curvas lineas ferrentur, &, pro majore aut minore illarum curvitate, ad diverſas parietis partes tenderent. Quæ ſuſpicio ex eo confirmabatur, quod memineram me ſæpius animadvertiſſe in Sphæriſteriis, nempe quòd pila obliquo reticulo impulſa curvam lineam deſcribit. Cùm enim impulſu iſto pila circumrotari ſimul & progredi cogatur, ejus partes, quæ ibi ſunt, ubi motus ambo conſpirant, aerem contiguum comprimere, & percutere majori violentiâ debent, quàm ceteræ, & hoc pacto proportionaliter majorem aeris reluctanctiam & reactionem excitare. Eâdem ratione, ſi Lucis Radii fortè eſſent corpora orbicularia, quæ, dum ex medio in aliud tranſeunt, motum circularem acquirerent, iis magis reſiſtere deberet Aether ambiens, ubi motus conſpirant, & illa idcirco contrarias partes verſùs ſine intermiſſione deflecti. Sed, quamquam hæc ſuſpicio plauſibili iſto fundamento nitebatur, nullam curvitatem, rem ad trutinam revocans, deprehendi. Quinimo perſpexi, (quod propoſito meo ſatìs erat,) differentias inter Imaginis longitudinem & foraminis diametrum per quod Lux tranſmittebatur, eſſe intervallis, quibus foramen & Imago diſtabant, proportionales.

Succeſ-

Succeſſiva ſuſpicionum iſtarum remotio me tandem adduxit ad *Experimentum Crucis*, quod hujuſcemodi fuit. Sumpſi duos aſſeres, quorum alterum collocavi ſtatim poſt Priſma ad feneſtram, ita ut Lux tranſmitti poſſet per parvum foramen in eo factum ob id ipſum, & cadere ſuper alterum aſſerem à primo duodecim, circiter, pedes diſſitum, quem quoque parvo foramine antea pertuderam, ut aliqua Lucis incidentis pars tranſiret. Deinde poſt ſecundum hunc aſſerem poſui aliud Priſma, ita ut Lux per ambos transjecta, per ſecundum Priſma quoque tranſigeretur, & hoc pacto iterum refringeretur, antequàm ad parietem perveniret. Hiſce ſic diſpoſitis, primum Priſma manibus ſumpſi, illúdque lentè hinc illinc ſuper Axem ſuum convertere cœpi, donec variæ Spectri in ſecundum aſſerem cadentis partes una poſt aliam tranſirent per ejus foramen; quò ſic mihi obſervare liceret in quas demum parietis plagas Priſma ſecundum illas refringeret. Cum autem diverſæ Spectri partes diverſa in pariete loca occuparent, hinc perſpexi, quòd Lux tendens ad illam Imaginis extremitatem, verſùs quam fiebat primi Priſmatis Refractio, multò majorem, quàm Lux oppoſitam extremitatem petens, à ſecundo Priſmate Refractionem acceperat.

Theoria nova de Luce & Coloribus.

Unde patet veram Imaginis ſic exporrectæ cauſſam hanc unam eſſe, quòd, ſcilicet, *Lux conſtat ex Radiis, quorum alii aliis magis refrangibiles ſunt*; qui nullâ Incidentiæ ratione habitâ, pro *peculiaribus Refrangibilitatis gradibus*, ad diverſas oppoſiti parietis partes tranſmittuntur.

Poſtquam hoc intellexi, circa vitra laborare deſtiti; noveram enim Teleſcopia perfectiora hucuſque haberi non potuiſſe, non ſolùm quia deerant vitra reipſâ prædita figuris, quas Optici Auctores præſcripſerant, (quod omnes hactenus crediderant,) ſed etiam quia *Lux* ipſa eſt miſtura quædam heterogenea compoſita *ex Radiis diverſè refrangibilibus*: ita ut, quamvis haberetur vitrum adeò diligenter figuratum, ut unumquodque Radiorum genus in unum idémque punctum colligeret, attamen nunquam in illud idem punctum cogere poſſet etiam eos, qui, cùm in idem medium ſub eâdem Incidentiâ cadant, apti ſunt ad diverſam Refrangibilita-

Num. 80. tem patiendam. Quinimò, mirabar, cùm differentia Refrangibilitatum tanta ſit quantam inveni, Teleſcopia illâ, quâ gaudent, perfectione donari potuiſſe: Nam, dimetiens Refractiones unius ex meis Priſmatibus, reperi, quòd, poſito ſinu Incidentiæ ſuper aliquod ex ejus planis quadraginta quatuor partium, ſinus Refractionis plurimorum ex Radiis rubeam Colorum extremitatem occupantibus, & ex vitro in aerem prodeuntibus, erat ſexaginta octo partium; at ſinus Refractionis plurimorum ex Radiis alteram extremitatem obtinentibus, ſexaginta novem partium; ita ut diſcrimen ſit, circiter, viginti quatuor vel viginti quinque partium totius Refractionis. Quâ de cauſſâ vitrum objectivum cujuſvis Teleſcopii Radios omnes ab aliquo Objecti puncto promanantes coarctare magis nequit, quàm in ſpatium circulare, cujus diameter eſt quinquageſima pars diametri, quâ vitrum ipſum patet; quæ aberratio aliquoties centupla eſt ejus, quam Lens ſphærica, quæ, ut vitra objectiva longorum Teleſcopiorum, eſt exiguum ſuæ Sphæræ ſegmentum, gignere poſſet ineptitudine figuræ, ſi Lux eſſet uniformis.

Hæc me duxerunt ad Reflexiones conſiderandas, quas cùm ſibi conſtare reperiviſſem, ita ut in omnibus Radiorum generibus eſſet Angulus Reflexionis par angulo Incidentiæ, intellexi quòd, earum ope, inſtrumenta optica poterant ad quemlibet perfectionis gradum extolli; dummodo reperire liceret Subſtantia reflectens, quæ accuratam polituram, æquè ac vitrum, reciperet, & tantum Lucis reflecteret, quantum tranſmittit vitrum; ac dummodo conſequi liceret rationem illius parabolicâ figurâ donandæ. Sed hæ difficultates maximæ videbantur; & ferè inſuperabiles illas putabam, cùm præterea in mentem venit, quòd quivis error, ſuperficiem refringentem deformans, Radios à recto itinere magis detorquet quinquies aut ſexies, quàm ſimilis error in ſuperficie refringente: Quapropter major cura adhibenda eſt in his, quàm in refringentibus vitris efformandis.

Interea, ſuperveniens peſtilentia me Cantabrigiâ exire coegit *Anno 1666*, & pluſquam duo Anni elapſi ſunt antequam ulterius progreſſus ſum. Cùm autem tunc excogitaſſem mollem quandam polien-

poliendi rationem Metallis aptam, quâ tandem credidi me figuras correctas habiturum; aggreſſus ſum tentare quidnam in hac re confici poſſet, & gradatim perfeci inſtrumentum, (quoad partes conſtituentes ſimile illi, quod *Londinum* miſi,) quo videre poteram quatuor *Jovis* Satellites, illóſque oſtendi pluries duobus Amicis. Poteram quoque obſervare lunares *Veneris* Phaſes, ſed non ſatis diſtinctè, neque ſine aliquâ curâ in inſtrumento collocando. Theoria nova de Luce & Coloribus.

Ex eo tempore interpellatus fui, donec proximè elapſo Autumno, inſtrumentum aliud confeci. Quod quia eſt non parum melius primo (præſertim pro objectis diurnæ Luci expoſitis,) nullus dubito, quin inſtrumentum hoc multò perfectius reddi poſſit conatibus eorum, qui, ut ex te audivi, operam illi *Londini* navant.

Sæpiùs cogitavi de conſtruendo Microſcopio, quod pro vitro objectivo haberet laminam ex Metallo reflectentem. Etenim hæc inſtrumenta ad majorem perfectionem, quàm nunc habent, adduci poſſe videntur æquè ac Teleſcopia, & fortaſſe magis; ſiquidem Microſcopia opus habent unâ Metalli laminâ reflectente, ut videri poteſt in Diagrammate, (*Fig.* 1.,) in quo AB eſt Objectivum ex Metallo; CD vitrum Oculare; F communis amborum Focus; O Focus alter Objectivi ex Metallo conflati, ubi Objectum eſt locatum. TAB. I.

Sed, ut è diverticulo in viam, dicebam quòd Lucis partes ſimiles non ſunt aut homogeneæ, ſed quòd Lux conſtat ex diverſi generis Radiis, quorum aliqui magis refrangibiles ſunt quàm alii; ita ut ex iis, qui ſimiliter incidunt in idem medium, nonnulli magis quàm ceteri refringantur, non aliquâ facultate vitri, ſive cujuſvis externæ cauſſæ, ſed prævià quâdam aptitudine, quâ Radii ſinguli comparati ſunt ad patiendum certum Refractionis gradum.

Nunc loquuturus ſum de aliâ, & quidem notabiliore *diſſimilitudine*, quâ Radii præditi ſunt, & quâ Colorum origo explicatur, & quaſi evolvitur; Ad quod peragendum, primò doctrinam ipſam tradam: deinde, ut ea ad trutinam revocari poſſit, unum aut alterum Experimentorum exemplum, tanquam ceterorum ſpecimen, afferam.

Num. 80.

Doctrinam Propoſitiones quæ ſequuntur, complectentur & illuſtrabunt.

I.

Ut Radii Lucis inter ſe Refrangibilitate diſcrepant, ita differunt inſitâ quadam aptitudine ad exhibendum hunc vel illum certum Colorem. Colores non ſunt Lucis qualificationes ortæ ex naturalium corporum Refractionibus, aut Reflexionibus, (ut vulgò creditur,) ſed primigeniæ & congenitæ proprietates in diverſis Radiis diverſæ. Aliqui Radii tantùm ad rubrum, alii ſolùm ad flavum, alii dumtaxat ad viridem Colorem effingendum apti ſunt; & ſic de ceteris. Neque tantùm præcipui & magis eminentes Colores, ſed omnes medii eorum gradus habent proprios & ſibi affectos Radios.

II.

Idem Refrangibilitatis gradus ad eundem Colorem, & Color idem ad eundem Refrangibilitatis gradum ſemper pertinent. Radii minimè omnium refrangibiles ad rubrum Colorem exhibendum naturâ comparati ſunt omnes; &, è contra, Radii qui naturâ comparati ſunt ad exhibendum Colorem rubrum, omnes ſunt omnium minimè refrangibiles: Non aliter, Radii maximè omnium refrangibiles apti ſunt omnes ad exhibendum Colorem violaceum ſaturum; & viciſſim, ii, qui apti ſunt ad talem Colorem exhibendum, ſunt omnes maximè omnium refrangibiles: Eodémque pacto, omnibus intermediis Coloribus continuam ſeriem conſtituentibus competunt intermedii Refrangibilitatis gradus. Hæc autem Analogia inter Colores & Refrangibilitates eſt perquàm accurata & ſtricta; ſiquidem Radii ſemper in utrâque, aut omnino conveniunt, aut proportionaliter diſcrepant.

III.

Digitized by Google

Theoria nova de Luce & Coloribus.

III.

Species Coloris, & Refrangibilitatis gradus, pertinentes ad certum quodcunque Radiorum genus, mutari nequeunt neque Refractione, neque Reflexione ex naturalibus corporibus, neque aliâ quâvis cauſſâ, quam hactenus animadvertere potuerim. Quodlibet Radiorum genus, poſtquam probè ab heterogeneis Radiis ſeparatum fuit, Colorem ſuum obſtinatiſſimè retinuit, quamvis totis viribus illum immutare conatus fuerim. Radios unius cujuſvis generis Priſmate refregi; in corpus, quod, ſub Luce diurnâ, Colore diverſo imbutum apparebat, ab eodem reflectendos conjeci; eos excepi coloratâ illâ aeris, ut ita dicam, pelliculâ, quæ continetur inter duas vitreas laminas invicem junctas; illos per media, tum colorata, tum alterius generis Radiis picta diverſimodè terminavi; neque tamen novum Colorem ullum excudere ex illis potui. Ille quidem, dum contrahitur, aut dilatatur, fieri poteſt vividior, aut languidior, &, dum plures Radios amittit, nonnunquam multò obſcurior, & tenebricoſior; ſed nunquam mihi contigit videre, quòd genere mutaretur.

IV.

Verumtamen Colorum tranſmutationes videntur accidere, ubi aliqua eſt Radiorum generum diverſorum permiſtio: Siquidem tunc Colores componentes non apparent; ſed, admiſtione mutuâ, medium quendam Colorem conſtituunt. Eâ de cauſſâ, ſi, vel Refractione, vel quâcunque aliâ ex ſupra recenſitis rationibus, Radii diverſorum generum, in hac admiſtione latentes ſegregantur, emergent Colores ab illis diverſi, quibus compoſitio tingebatur: quos tamen non tunc gigni, ſed tantùm conſpicuos diſjunctione fieri vel hinc apparet, quòd, ſi rurſus intermiſceantur prorſus, & confundantur, idem reſtituitur Color, qui, antequam ſepararentur, apparebat. Eâdem de cauſſa commutationes, quæ ex variis Coloribus coeuntibus exoriuntur, veræ non ſunt, quia, Radiis heterogeneis iterum disjunctis, ipſiſſimos exhibent Colores, quos

Num. 80 quos ante permiſtionem habebant; non ſecus ac pulveres, cæruleum & flavum, diligenter commiſtos Oculò nudo videri conſpicis virides; attamen Colores corpuſculorum componentium immutati non ſunt, ſed ſolùm confuſi. Nam, ſi eos per melioris notæ Microſcopium intuearis, adhuc cæruleum, & flavum, interſertos & permiſtos, videbis.

V.

Sunt igitur duo Colorum genera; alii nempe ſimplices ſunt & primigenii; alii verò ex hiſce compoſiti. Colores primigenii ſunt *RUBER*, *FLAVUS*, *VIRIDIS*, *COERULEUS*, & *VIOLACEO-PURPUREUS*, unà cum *AUREO*, & *INDICO*, atque indefinitâ varietate graduum intermediorum.

VI.

Colores ejuſdem ſpeciei ac primigenii, poſſunt etiam per compoſitionem obtineri. Nam cæruleus Flavo miſtus viridem, rubeus & flavus aureum, aureus, & ex flavo vireſcens flavum effingunt. Uno verbo, ſi miſceantur duo quivis Colores, qui, in eorum ſerie, quos Priſma detegit, nimis inter ſe non diſtant, mutuâ intermiſtione component eum Colorem, qui in indicatâ ſerie medium inter illos occupat locum. Quod tamen non accidit iis, qui nimiis intervallis disjunguntur. Neque enim Aureus & indicus intermedium viridem, neque puniceus ac viridis interjectum flavum progignunt.

VII.

Sed ratio, quâ Albedo conficitur, eſt omnium maximè admiranda. Nullum eſt Radiorum genus, qui ſoli poſſint illam exhibere; Eſt ſemper compoſita, & ad eam componendam opus eſt omnibus primigeniis Coloribus certâ proportione commiſtis. Sæpius admirabundus obſervavi, quòd Colores omnes à Priſmate detecti, cùm convergentes redduntur, & hoc pacto rurſus miſcentur ita

ita ut erant in Luce antequam in Priſma incideret, iterum exhibent Lucem prorſus & perfectè candidam, & nihil omnino, ſenſu judice, diverſam à directâ Luce ſolari; niſi, cùm vitra, quibus utebar, ſatìs perſpicua non erant; tunc enim Lux iſta paulìſper videbatur perfuſa Colore, quo vitra erant infecta. Theoria nova de Luce & Coloribus.

VIII.

Hinc ſequitur Albedinem eſſe vulgarem & communem Lucis Colorem: Lux etenim eſt confuſum quoddam aggregatum ex Radiis omni Colorum genere præditis, & promiſcuè ejaculatis ex variis corporis lucidi partibus. Iſtud autem confuſum aggregatum, ut dixi, gignit Albedinem, ſi tamen in eo eſt juſta quædam Colorum componentium proportio; ſiquis verò Color prævaleat, ad hunc Lux vergit; ut accidit in cæruleo Sulphuris, flavo Candelarum, & diverſo Stellarum fixarum lumine.

IX.

Hiſce perſpectis, patet quâ ratione Colores Priſmate excudantur. Cùm enim ex Radiis Lucem incidentem conflantibus ii, qui Colore differunt, proportionaliter etiam Refrangibilitate differant, inæqualis illorum Refractio debet eos ſegregare, & in oblongam figuram diducere ordinatâ quâdam ſerie terminatâ, hinc à coccineo minimè omnium, illinc à violaceo omnium maximè refrangibili. Neque aliâ de cauſſâ fit, ut omne id, quod per Priſma reſpicitur, coloratum appareat. Siquidem Radii heterogenei, utpote qui inæqualiter refringantur, diverſas Retinæ partes petunt divergentes, ubi, (non ſecus ac antea Solis in pariete,) coloratas rerum imagines pingunt; ac non ſolùm quidem coloratas, ſed etiam malè diſtinctas & valde confuſas.

X.

Hinc etiam patet cur Iridis Colores in cadentibus pluviæ guttis appareant. Etenim guttæ Refractione detorquentes ad Spectatoris

Digitized by Google

Num. 80. toris Oculos ingentem copiam Radiorum aptorum qui purpurei appareant, Radios aliorum generum adeò minùs refringunt, ut Spectantis Oculum prætereant; quod faciunt guttæ, quæ, in primariâ quidem Iride, ſunt ad interiores partes, in ſecundariâ verò vel externâ, ad exteriores. Haud aliter, guttæ ad Spectatoris Oculum refringentes maximam illorum Radiorum vim; qui apti ſunt ut rubei videantur, adeò magis Radios ceterorum generum refringunt, ut præter Oculum cadant; tales ſunt guttæ exteriores in primariâ, & interiores in ſecundariâ Iride.

XI.

Admiranda phænomena infuſionis ligni nephritici, aureæ bracteæ, fragmentorum vitri colorati, nonnullorúmque aliorum pellucidè coloratorum corporum, quæ Colorem cum poſitione mutant, his fundamentis amplius Oedipo non egent. Sunt enim ſubſtantiæ aptæ ad reflectendum aliud Radiorum genus, & ad aliud tranſmittendum; ut perſpicere licet, ſi in obſcuro cubiculo illuminentur homogeneâ vel ſimplici Luce. Siquidem tunc depictæ apparent illo ſolo Colore, qui eas inluxerat: ille tamen in quâdam poſitione vividior eſt & fulgentior quàm in ceteris, prout ſubſtantiæ ipſæ aptæ ſunt ad magis vel minùs reflectendum, aut tranſmittendum Colorem incidentem.

XII.

Hinc etiam optimè ratio redditur inopinati experimenti, quod Hookius alicubi in ſuâ *Micographiâ* ſe feciſſe refert cum duobus pellucidis vaſculis cuneiformibus, quorum alterum rubeo, alterum cæruleo liquore compleverat; videlicet, quòd, quanquam unumquodque ſeorſum ſatis eſſet pellucidum, tamen, cùm conjungebantur, opaca fiebant; nam, ſi alterum tantùm rubeos, alterum tantùm cæruleos Radios tranſmittebat, nulli utruuque tranſmeare poterant.

XIII.

Theoria Nova de Luce & Coloribus.

XIII.

Plura hujus generis exempla ſubjicere poſſem, ſed hoc univerſale pro coronide referam. Quòd ſcilicet Colores omnium naturalium corporum hinc ſolùm originem trahunt, quòd hæc corpora ſint diverſimodè conſtituta, ita ut unum Radiorum genus copioſiùs quàm aliud reflectant. Cujus rei periculum feci in obſcuro cubiculo, ſuper hæc corpora conjiciens Radios ſimplices, at Coloribus diverſos. Etenim hoc pacto quodvis corpus quovis Colore donari poteſt. Tunc non habent Colorem proprium, ſed ſemper illum adoptant, quo Lux ſuperinjecta prædita eſt, hoc tamen cum diſcrimine, quòd maximè fulgentia & vivida ſunt in Radiis ejus Coloris, quem ſub diurnâ Luce referunt. Ibi Minium omnes Colores quibus illuminabatur indiſcriminatim aſſumebat, magis tamen in rubeo renidebat. Pariter, pulvis cæruleus montanus Colores omnes, pro lubitu, induebat, quibus irradiabatur; at ſub violaceo-cæruleo erat fulgentiſſimus: unde conſtat Minium reflectere Radios cujuſvis Coloris, ſed abundantiùs rubros; quapropter, cùm à diurnis Radiis, id eſt, ab omnigenis miſtis & confuſis illuſtratur, major rubrorum copia erit in Luce reflexâ, &, quia prævalent, ob id ipſum, rubro Colore tinctum Minium oſtendent. Et eâdem ratione, pulvis cæruleus montanus, reflectens maximam Radiorum cæruleorum copiam, cæruleus videtur, quòd horum Radiorum numerus in Luce, quam reflectit, aliorum quantitatem longè ſuperat; ac ſimilia dicenda ſunt de ceteris corporibus. Hanc autem eſſe perfectam & adæquatam cauſſam Colorum, quos corpora præ ſe ferunt, vel ex eo conſtat, quòd ea mutare aut adulterare Colores Radiis ſeorſum incidentibus inditos nullo pacto valent, ſed omnes illos, quibus irradiantur, indiſcriminatim induunt.

Quæ cùm ita ſint, ampliùs non diſputabitur, utrùm Colores in tenebris exiſtant; utrùm viſorum objectorum Qualitates ſint; neque forſitan, utrùm Lux ſit corpus. Etenim, cùm Colores ſint Qualitates Lucis, eorúmque plenum & immediatum ſubjectum ſint

Num. 80. Radii Lucis, quomodo Radios ipſos qualitates eſſe putare poſſumus? Niſi fortè Qualitas Qualitatis ſubjectum eſſe poteſt, illámque ſuſtinere; quod eſſet eam reipſâ vocare Subſtantiam. Corpora pro Subſtantiis non haberentur ſine ſenſibilibus eorum Qualitatibus; & harum præcipua cùm nunc reperiatur pertinere ad aliquid aliud, hoc ipſum ſanè non immeritò Subſtantiam credere poſſumus.

Præterea, quis unquam putavit Qualitatem eſſe aggregatum heterogeneum, quale Lux eſſe comperta eſt? Sed difficilius eſt accuratiùs determinare, quid ſit Lux; quomodo refringatur; & quibus Modis, aut Actionibus in Mentibus noſtris Colorum phantaſmata progignat: Ego verò incerta certis miſcere nolo.

Legens quæ ſcripſeram, animadverti quòd oratio ipſa ducit ad nonnulla experimenta, quæ ad hujus rei examen ſufficiunt: Quapropter, deſcripto uno ex his, quæ jam innui, tibi ampliùs moleſtus non ero.

Obſcurato cubiculo, lignea feneſtra terebretur foramine, cujus diameter benè poteſt eſſe trientis pollicis, circiter, ut ſufficientem Lucis ſolaris copiam admittat; huic foramini aptetur Priſma perſpicuum, & Colorum expers, quo Lux ingrediens remotiorem cubiculi partem verſùs refringatur, quæ, ut dictum eſt, hoc pacto in oblongam & coloratam imaginem diffundetur. Deinde Lens, cujus Radius ſit, circiter, trium pedum, (puta, latum tripedalis Teleſcopii vitrum objectivum,) collocetur ad quartum aut quintum à Priſmate pedem, per quam omnes Colores illi ſimul tranſmitti poſſint, & ab eâ refracti convenire ad majus intervallum decem, vel duodecim pedum, circiter. Si ad hoc intervallum albâ papyro Lucem illam excipias, videbis Colores, eo quòd commiſti ſunt, rurſus in Albedinem converſos. Sed Priſma & Lens firmiſſimè poſita ſint, neceſſe eſt. & papyrus, in quam Colores incidunt, ita moveatur, ut ad Priſma nunc accedat, nunc ab eo recedat; nam, hac motione, non ſolùm invenies intervallum, ubi perfectiſſima eſt Albedo; ſed etiam obſervabis Colores gradatim coire, & in Albedinem evaneſcere; ac deinde, poſtquam ſeſe decuſſaverunt ubi Albedinem componunt, iterum ſegregari & diverge-

vergere, & ordine inverſo eoſdem apparere, ac antequam coaleſcerent. Perſpicies etiam, quòd ſiquem Colorem à Lente prohibeas, Albedo migrat in alios Colores. Quocirca, ut Albedinis compoſitio perfecta ſit, ſedulò curandum eſt ut Colores omnes in Lentem incidant. Sic in lineari hujus experimenti adumbratione, (*Fig.* 2.,) ABC repræſentat Priſma propè foramen F ligneæ feneſtræ EG. Priſmatis angulus verticalis ACB non malè erit ſexaginta graduum, circiter. Sit NM Lens lata pollicibus duobus cum ſemiſſe, vel tribus. SF una ex rectis lineis, per quas heterogenei Radii jugiter è Sole fluere concipiuntur. Sint FP, FR duo ex his Radiis inæqualiter refracti, qui, vi Lentis, convergunt Q verſùs, &, poſtquàm ſe decuſſaverunt, rurſum divergunt. Atque HI ſit papyrus ad plura à Lente intervalla, ſuper quam projiciuntur Radii colorati, qui in Q quidem Albedinem conſtituunt, ſed ſunt rubei, & flavi in R, *r*, & *ϱ*, ac cærulei, purpureique in P, *p*, & *π*.

Theoria nova de Luce & Coloribus.

TAB. I.

Si quis ad ſeverius examen revocare velit id, quod in Propoſitionibus tertiâ, & decimâ tertiâ aſſerui, quòd ſcilicet Color quivis ſimplex nullo pacto mutari poteſt, ſciat omnino opus eſſe, ut cubiculum ſit perquàm obſcurum, ne qua Lux per illud diſperſa, ſeſe Colori immiſcens, illum, contra tentantis vota, diſturbet, componat, corrumpat. Neque minùs neceſſe eſt ut Colores perfectiùs ſeparentur, quàm fieri poteſt ratione ſuperiùs deſcriptâ, ſcilicet unius Priſmatis Refractione; quomodo autem obtineri poſſint accuratiores hæ ſeparationes, facilè perſpiciet is, qui jam detectas Refractionum leges conſiderabit. Sed, ſi periculum fiat in Coloribus non omnino ſimplicibus, immiſtioni concedendæ ſunt mutationes proportionales. Sic, ſi Radii flavi non ſimplices cadant ſuper cæruleum pulverem montanum, illum non omnino flavum, ſed potiùs viridem oſtendent; quia in flavo compoſito multi ſunt Radii viridiformes, &, cùm Viriditas minùs à vulgari hujus cærulei pulveris Colore differat quàm Flavedo, Radii viridiformes copioſiùs ab illo reflectentur.

Haud ſecus, ſiquis ad examen revocaturus utrùm, ut affirmavi, Colores priſmatici intercepti nullo pacto reparari poſſint ex

Digitized by Google

Num. 80. aliis prætermiſſis, aliquem ex his Coloribus, puta, rubeum intercipiat; neceſſe eſt ut, vel Colores probè ſegregati ſint antequàm rubeus intercipiatur; vel ſimul cum rubeo excludantur proximi Colores, quibus clam rubeus immiſtus eſt, (id eſt flavus, atque etiam fortaſſe viridis;) vel ratio habeatur rubei, qui prodire poteſt ex flavo-viridi, quatenus diffuſus erat, & paſſim hiſce Coloribus immiſtus; His verò diligenter obſervatis, invenietur, quòd neque rubeus, neque alius quicunque Color interceptus reparari poteſt. Hæc, arbitror, ſufficiunt pro introductione ad hujus generis experimenta; quæ ſi quis è Regiâ Societate proſequi volet, quo ſucceſſu id fecerit ſcire peropto; ut, ſi quid vitioſum, aut huic narrationi contrarium videatur, occaſionem habeam aut accuratiùs indicandi quid circa hanc rem faciendum ſit, aut errores, ſi in aliquos incidi, cognoſcendi.

Digitized by Google

ART. II.

****

DESCRIPTIO

Novi cata-dioptrici Teleſcopii inventi

AB

ISAACO NEWTONO

Regiæ Societatis Socio, & Mathematum Profeſſore in Univerſitate Cantabrigienſi.

EXIMIUS hic Mathematicus, cùm nobis tradiderit in Tranſactionibus Menſis Februarii nuper præteriti * rationem, quâ inductus fuerat, ut de Teleſcopiis *reflectentibus* cogitaret, pro *refringentibus*, nobis obtulit hoc opus conſpectu & notatu dignum, tanquam ſpecimen utilitatum, quæ ſperari poſſunt ex his Teleſcopiis; ex illo autem patet, quòd Teleſcopiorum Tubi multò breviores reddi poſſunt, nullatenus diminutâ augendi facultate. Tranſ. Phil. 25 Menſ. Martii An. 1672. Num. 81. pag. 4004.

Novum hoc inſtrumentum conſtat ex duobus è Metallo Speculis, altero concavo, (quod vitri objectivi munere fungitur) altero plano: habet præterea exiguam Lentem ocularem plano-convexam.

Hujus conſtructio facilè, ope *Figuræ tertiæ* poteſt concipi; TAB. I. nempe quòd Teleſcopii hujus tubus apertus eſt ad eam extremitatem, quæ ad objecta convertitur; quòd altera extremitas clauſa eſt, ubi locatum eſt Speculum concavum, de quo ſupra meminimus; quòd prope extremitatem apertam eſt Speculum planum ovale,

* Vide Art, I. hujus Opuſc, XIX.

Digitized by Google

Num. 81. ovale, quàm poteſt, exiguum, quò minùs impediat ingredientes Lucis Radios; & quòd idem Speculum inclinatum eſt ſuperiorem Tubi partem verſùs, quæ parvo terebrata eſt foramine munito Lente oculari; ita ut Radii à re perſpiciendâ prodeuntes priùs incidant in Speculum concavum in imo Tubo poſitum, unde reflectuntur alteram Tubi extremitatem verſùs, ubi intercipiuntur à plano Speculo obliquè collocato, à quo reflexi diriguntur ad exiguam Lentem ocularem plano-convexam, atque adeò ad Spectatoris Oculum, qui deorſùm verſùs intuens, ea videt, ad quæ Teleſcopium converſum eſt.

Ut hæc pleniùs & meliùs intelligantur, Lector inſpiciat, ſi libet, Figuram ſupra citatam, in quâ AB eſt concavum Speculum, cujus radius aut ſemidiameter eſt pollicum duodecim cum beſſe, vel tredecim.

CD aliud Speculum metallicum, cujus ſuperficies plana eſt, peripheria verò ovalis.

GD eſt filum ferreum, quod ſolidè retinet annulum cupreum, & cui affixum eſt Speculum CD.

F parva Lens ocularis, plana ſuperiùs, & convexa inferiùs, cujus Radius eſt uncialis ($\frac{1}{12}$ Poll.,) vel etiam minor.

GGG pars anterior Tubi aperti, qui ita hæret annulo cupreo HI, ut moveri nequeat.

PQKL eſt poſterior tubi pars fixa alteri annulo cupreo PQ.

O uncus ferreus firmiter aptatus annulo PQ, & cochleâ N inſtructus, quâ poſterior Tubi pars procedere, vel retrocedere poteſt, ut hac ratione Specula juſto intervallo ab invicem diſtent.

MQGI eſt uncus ferreus tubum ſuſtinens, & clavo R affixus globo tubulóque S, quo Tubus quoquo verſùs converti poteſt.

Centrum Speculi plani CD debet eſſe in axe Tubi, & in illo quidem puncto, in quo cadit perpendicularis ad axem ducta à centro exigui vitri ocularis: hoc autem punctum hìc deſignatum eſt literâ T.

Si quis intelligere volet, quàm diſtincta Teleſcopium hoc repræſentet objecta, quàm à Coloribus immunia, & quanto hiatu Lucem admittat, invicem conferat intervalla, quibus Focus E diſtat à ver-

Digitized by Google

à verticibus exigui vitri objectivi, & Speculi concavi; ſcilicet EF longa eſt pollicis ſextante; & ETU ſex pollicibus cum triente; unde eruitur ratio ut 1 ad 38: Hinc liquet quòd objecta, circiter, triginta & octo vicibus majora fiunt, & quòd eorum diameter videtur per hoc Teleſcopium duabus vicibus cum ſemiſſe major quàm per vulgare Teleſcopium bipedale. Novum Catadioptricum Teleſcopium.

Hactenus de hujus Teleſcopii conſtructione; Materiam quoque metallicam aptam ad hæc reflectentia Specula conficienda Inventor in conſiderationem accepit, & hoc præcavendum præſcripſit, ne, dum quæritur metallica miſtura alba, firma, & durabilis, negligatur copia tenuiſſimorum pororum Microſcopio tantùm viſibilium, quibus hæc miſtura plena eſſe poteſt: Nam, quamvis Metallum probè politum videri poſſit, tamen tenuium pororum oræ citiùs, dum politur, terentur, quàm aliæ ejus partes; & eâ de cauſſâ Metallum, quantumvis politum videatur, tamen Reflexionem minùs accuratam, quàm erat in votis, conficiet. Sic Biſmuthum miſtum cum vulgari ære campano, æs illud reddit candidius aptúmque ad majorem Lucis vim reflectendam; attamen fumi, qui, dum funditur, extolluntur tanquam aereæ bullulæ, Metallum microſcopicis iſtis poris totum complent: Album autem Arſenicum, utramque rem ſimul præſtat, ſiquidem Metallo candorem affert, nec ſoliditatem aufert, poróſque non inducit, præſertim, ſi fuſura nimis violenta non fuerit. Monuit etiam Stellatum-Regulum Martis (quo aliquoties unus eſt) ſeu potiùs aliquam ſimilem ſubſtantiam merere accuratum examen.

Addidit præterea, quòd Pulvis è Stamno uſto, ſive quis huic ſimilis, quo Metallum politur, illud, niſi ſubtiliſſimus ſit, arat acutis particularum ſuarum angulis, & complet tenuioribus illis poris, de quibus meminimus. Quapropter, antequam judicium feratur, ſedulò diſpiciendum eſt utrùm Metallum per totam craſſitiem ſuam poroſum ſit, necne.

Cùm, ut ait, Arſenicum & Metallum diverſis proportionibus non miſcuerit, determinare nequit quænam miſtura ſit omnium optima, ſed arbitratur benè adhiberi poſſe Cupri quantitatem

Num. 81. pondere ſextuplam aut octuplam quantitate Arſenici, cujus major copia Metallum fragile reddit.

En rationem, quâ id perfecit. Primò Cuprum ſeorſum liquefecit, deinde addidit Arſenicum, quo liquefacto, hæc duo paulisper agitavit ut commiſcerentur, cavens interea ne perniciosos vapores hauriret ſpiritum prope miſturam ducens. Poſtea Stamnum immiſit, & rurſus omnia miſcuit ſimul ac Stamnum liquatum fuerat, (quod breviſſimo tempore accidit,) & ſtatim miſtionem effudit.

Se neſcire fatetur, utrùm, miſtione diutiùs ſuper ignem relictâ poſt injectum Stamnum, vehementior fuſura poris Metallum complere poſſit; ſed hanc, (quâ uſus eſt,) agendi rationem tutiorem opinatur.

Adjicit Speculum illud, quod *Londinum* miſerat, Arſenico carere, ſed exiguam Argenti quantitatem continere, nempe, (quantùm meminiſſe poterat,) *obellinum* unum inter tres Metalli uncias. Sibi tamen videri Argentum plus obeſſe, eo quòd Metallum magis molle reddat & minùs aptum polituræ ſuſcipiendæ, quàm prodeſſe, eo quòd candidum nitidúmque efficiat.

Aliquando miſcuit unam Arſenici unciam cum ſex unciis Cupri, & duabus Stamni; quæ miſtura ab Amico, ut audivit, meliùs quàm alia polita fuit

Objectum fuerat, quòd difficile eſt hiſce Teleſcopiis res, quas quis intueri cupit, reperire; reſpondet, incommodum iſtud commune eſſe Tubis omnibus valde res augentibus; illud tamen modico uſu diminui, ſiquidem ipſe facilè invenire poteſt ſub diurnâ Luce quidquid videndum ſibi proponit, dummodo noſſet quem obtinebant ſitum relatè ad alia, quæ fortuitò in Teleſcopio ſuo videbat; ſed, noctu Stellas invenire fatetur eſſe difficilius; tamen putat hoc incommodum facilè ſubmoveri poſſe duabus dioptris affixis ferreæ virgæ, quâ Tubus ſuſtinetur, ſive vulgari Speculo hærente ferreæ compagi Tubum ferenti, & directæ idem Objectum verſùs, juxta deſcriptionem, quam CARTESIUS attulit in ſuâ *Dioptricâ*, ut levaretur idem incommodum, quod in melioribus ejus Teleſcopiis occurrebat.

Hacte-

Hactenus Inventoris epiſtola de hoc inſtrumento, cujus deſcriptionem cùm miſiſſemus CHRISTIANO HUGENIO ZULICHEMIO, ex eo hoc reſponſum accepimus literis datis A. D. 13 Februarii An. 1670. *ſt. n.*

ART. III.

****

Teleſcopium hoc probatur à CHRISTIANO HUGENIO ZULICHEMIO.

Tranſ. Phil Menſ. Mart. An. 1672. Num. 81. pag. 4008.

EX deſcriptione admirandi Teleſcopii à NEWTONO inventi, quam mihi miſiſti, video illum rectè obſervaviſſe commoda, quibus Speculum concavum ſuperat in colligendis Radiis parallelis Lentem convexam; quæ quidem commoda, juxta rationem quam ipſe ſubduxi, certè maxima ſunt. Hinc fit, ut longè magis patulum haberi poſſit Speculum iſtud, quàm Lens objectiva æquediſtantem Focum habens, &, idcirco, ut hac ratione objecta multò majora reddi poſſint quàm vulgatis Teleſcopiis. Præterea, hoc pacto vitatur vitium, quod ſemper ineſt vitris objectivis convexis, quòd ſcilicet eorum duæ ſuperficies alia ad aliam inclinatæ ſunt; unde corrumpitur Refractio Radiorum, qui tranſeunt per vitrorum latera; hoc autem damnum majus eſt, quàm reputatur. Inſuper metallicum Speculum merâ Reflexione tot Radios non intercipit, quot vitrum, cujus ſingulæ ſuperficies ingentem Radiorum copiam reflectunt, & cujus materia opaca plures de medio tollit.

Veruntamen opus & labor erit invenire ad Speculum conflandum materiam, quæ æquè benè atque nitidè perpoliri poſſit ac vitrum, & rationem dandæ hujus expolitionis figurâ ſphæricâ non vitiatâ. Hucuſque mihi non occurrerunt Specula, quæ propiùs à vitri

Num. 81. vitri politurâ abeſſent; &, niſi NEWTONUS jam novit meliora ſibi parare, timeo ne Teleſcopium hoc res minùs diſtinctas, quàm Teleſcopia vitris inſtructa, repræſentet. Operæ tamen pretium eſt ſedulò inveſtigare quomodo huic incommodo ſubveniatur; & non dubito quin id aſſequi poſſimus. Credo equidem quòd NEWTONUS non neglexit animadvertere utilitates, quibus Speculum parabolicum ſpærico antecelleret in Teleſcopio ſic conſtituto; ſed eum puto, non ſperare futurum ut, quantùm opus eſt, accuratæ obtineantur ſuperficies à ſphæricâ diverſæ. Ego ſanè id non ſpero; quanquam faciliùs haberi poſſint ſuperficies parabolicæ, quàm ellipticæ aut hyperbolicæ, ob quandam Conoidis parabolici proprietatem, quòd nempe omnes ſectiones axi parallelæ eandem Parabolam reſtituunt.

Hactenus HUGENII epiſtola Hominis acumine digniſſima, ad cujus ultimam partem, quæ agit de formandis conoidibus parabolicis, reſpondit NEWTONUS literis ad Editorem datis A. D. viceſimum Februarii 1671. *ſt. v.*, quòd, quanquam ipſe, non magis quàm HUGENIUS, ſperet opus perfici poſſe regulis geometricis, tamen non dubitat quin aliquo pacto res mechanicis artificiis perficiatur.

Hiſce omnibus ſubdere libet excerptum epiſtolæ nuperrimè (A. D. undeviceſimum Menſis Martii) ab Inventore novi hujus Teleſcopii è Cantabrigiâ, hoc exemplo datæ.

His omnino ſimilia perſcripſerat HUGENIUS ad Auctorem Diarii Eruditorum. Vide *Hugenii Opera Omnia* Edit. Lugduni Batavorum 1724. Tom. IV. pag. 751., & *Diar. Erud.* 29. Februarii An. 1672. pag. 26.

ART.

A R T. IV.

* *

Quædam ad idem inſtrumentum pertinentia conſcripta ab ISAACO NEWTONO.

ULTIMA, quam ad te dedi, epiſtola locum tibi præbuit verendi ne vel inſtrumentum à me miſſum aliquo pacto vitiatum eſſet, vel Metalli nitor hebetatus; tuæ vero literæ mihi rem ſe ita habere prorſus perſuaſerunt: Nam, dum apud me erat, nonnullas Lunæ partes æquè diſtinctas repræſentabat, ac vulgaria Teleſcopia, quæ res, quantùm hoc, augent. Probè tamen ſcio hoc inſtrumentum imperfectum eſſe, & quatenus optima non eſt Metalli compoſitio, & quatenus mala eſt fuſura, ut cognoſcere poteſtum ex aſperitate, quæ eſt circa Speculi meditullium quà politum eſt, tum ex figurâ ejus prope hanc aſperitatem; in quibus omnibus inſtrumentum hoc perfici poteſt. Ibidem.

Monere videris, quòd ratio 38 ad 1 locum ſolùm habet, cùm res augendæ non niſi parum à Teleſcopio diſtant. Sed, ſi noſtrum hoc iſtam incrementi proportionem ſervat in exiguis intervallis, puta quingentorum pedum; certè per Regulas opticas augebit objecta ſita ad intervalla, quæ maxima concipere licet, pluſquàm in ratione $37\frac{1}{4}$ ad 1; quæ diminutio adeò parva eſt, ut ſumi poſſint integri numeri 38 ad 1.

Hic aliud inſtrumentum confecimus primo ſimile, quod optimè ſucceſſit. Heri illud comparavi cum Teleſcopio ſex pedum, & comperi noſtrum tum magis augere, cùm diſtinctiùs res oſtendere: Hodie perſpicio, quòd illo perlegere poſſum Tranſactiones philoſophicas à me centum pedibus diſſitas, & nonnulla verba ad pedes centum cum viginti. Cùm hæc tentavi, ejus hiatus (propè Oculum definitus) major erat quàm qui æquipolleret Speculi ob-

jectivi trienti cum pollice. Quod non inutile erit iis, qui Reflexionibus operam dare volent; hinc etenim aliquatenus judicare poterunt de perfectione inſtrumentorum, quæ confecerint.

ART. V.

****

De Cometâ, qui viſus fuit Anno $167\frac{1}{2}$, *hæc à* NEWTONO *relata habentur in Tranſactionibus Philoſophicis.*

Tranſ. Phil. An. 1672. Menſ. Num. 81. pag. 4018.

ISAACUS NEWTONUS circa diem decimum ſextum Menſis Martii *ſt. vet.* vidit obſcuram Stellam ad partem, quæ media eſt inter Meridiem, & Orientem *Perſei*, quam nunc arbitratur fuiſſe Cometam hujus Anni. Erat valdè parvus, & eum diutiùs non obſervavit, quia nullam ſenſibilem caudam habebat.

ART.

ART. VI.

* *

ISAACI NEWTONI

Epiſtola ad Editorem data A. D. viceſimum ſextum Menſis Martii An. 1672. continens nonnullas admonitiones ad novum ſuum Teleſcopium pertinentes, & Tabulam hiatuum ad diametrorum Lentium ocularium pro variis hujus inſtrumenti longitudinibus.

POST ultimam meam Epiſtolam iterum ambo Teleſcopia comparavi, & inveni quòd Teleſcopium ex Metallo, tum Lunam, tum quæ propinquiora ſunt, aliquanto magis, quàm alterum, diſtincta repræſentat. Sed fatendum eſt, mihi non ſatis perſpectum eſſe quàm bonum ſit iſtud alterum, quod ad comparationem hanc faciendam ſum mutuatus; quapropter velim ut magis confidatur in alio experimento, quo ſcilicet Amici aliquot & ego perſpeximus nos legere poſſe Tranſactiones à nobis centum, aut centum & viginti pedibus remotas; ut dimetiendo intervallum comperi. Tunc autem collegi aperturam eſſe unius pollicis cum triente ex experimentis, quæ me docuerunt, quòd opus erat obſtaculo iſtius latitudinis, ut removeretur tota Lux, quæ ab aliquo proſpectæ rei puncto profluebat. Tranſ. Phil 22 Menſis Aprilis An. 1672, Num. 82. pag. 4032.

Fatear etiam, quòd plana Lamella ex Metallo, quæ ponitur prope vitrum objectivum, perfectâ figurâ prædita non eſt; unde fit, ut rerum viſarum meditullium minùs diſtinctum appareat, quàm extremitates. Spero autem futurum, ut, correctâ hujus lamellæ

figurâ,

Num. 82. figurâ, (quod quidem præter opinionem difficile mihi videtur,) ea, quæ per Teleſcopium hoc inſpiciuntur ubique diſtincta, quinimò magis diſtincta in meditullio quàm circa oras, repræſententur; & pro certo habeo effectus majores exorituros.

Sed comperio plus Lucis perire Metalli, quod hactenus adhibui, Reflexione, quàm tranſmiſſione per vitra: quapropter breviores Lentis ocularis diametri longioribus præferendæ videntur pro objectis obſcuris; poſito quòd Teleſcopium res augeat triginta quatuor, vel triginta duabus vicibus. Quæ verò fulgent ad quodvis intervallum poſita, videntur hoc eodem Teleſcopio poſſe perſpici majora triginta & octo, vel quadraginta vicibus, & quidem ſatis diſtincta. Tamen arbitror, quòd eadem Lentium ocularium diameter adhiberi bene poſſet pro quibuſcunque, ſi chalybea materies, quâ Londinenſes utuntur, fortiùs refringeret, quàm illa, quam ipſe uſurpavi.

Cognitis effectibus unius ex hiſce inſtrumentis cujuſvis longitudinis, ex Tabulâ ſuppoſitâ perſpicere licet, quid ex aliis ſimilibus, ſed longitudine diverſis, expectandum ſit, dummodo Ars præſtare poſſit, quæ Theoria pollicetur. Prima Columna exhibet Teleſcopii longitudines per pedes dimenſas, quæ duplicatæ dant ſemidiametros Sphæræ, cujus figura concavo Metallo tribui debet. Secunda Columna continet hiatuum rationes pro quâque longitudine. Tertia denique refert proportiones diametrorum, Sphærarum, quibus convexæ Lentium ocularium ſuperficies ſunt definiendæ.

Uſus

Digitized by Google

Nonnulla ad Teleſcopium hoc Spectantia.

Longitudines	Hiatus	Diametri
$\frac{1}{2}$ ..	100	100
1	168	119
2	283	141
3	383	157
4	476	168
5	562	178
6	645	186
8	800	200
10	946	211
12	1084	221
16	1345	238
20	1591	251
24	1824	263

Uſus hujus Tabulæ meliùs exemplo patebit: quocirca ſuppone Teleſcopium ſemipedale, cujus hiatus ſit unius pollicis, tricies augere, & quidem diſtinctè, objectum aliquod; & quæratur, quænam futura ſit analoga conſtitutio, atque quinam effectus Teleſcopii quadripedalis: Habes ex Columnâ ſecundâ, ut 100 ad 476, ita hiatus ad hiatum, ita etiam numerus ad numerum vicium, quibus hoc Teleſcopium auget. Quocirca, cùm Teleſcopium ſemipedale habeat hiatum unius pollicis, & tricies majora oſtendat objecta, Teleſcopium quatuor pedum habere per analogiam debebit hiatum pollicum $4\frac{76}{100}$, & augere 143 vicibus. Ex tertiâ verò Columnâ habes ut 100 ad 168, ita diametri Lentium ocularium: Atque adeò, quoniam diameter convexitatis vitri ocularis pro Teleſcopio ſemipedali longa eſt pollicis quincunce, pro Teleſcopio quatuor pedum ea eſſe debebit $\frac{168}{500}$ poll., hoc eſt, trientis pollicis, circiter; & ſic de aliis longitudinibus. Quis autem eventus reipſâ futurus ſit, expectandum eſt ut ab experimentis determinetur. Hæc innuere tantùm utile ſum arbitratus, ut ii qui

Digitized by Google

Num. 82. volent periculum facere quid valeant Teleſcopia aliarum longitudinum, faciliùs ſciant quomodo inſtrumenta inſtituenda ſint. Exemplo ſit Teleſcopium quatuor pedum: quia ejus hiatus eſſe debet quinque vel ſex pollicum, opus eſt laminâ ex Metallo latâ, ſaltem, ſeptem vel octo pollicibus, quia circa extremitates difficilè figuram neceſſariam induet. Metalli craſſities ita latitudini ſit accommodata, ut Metallum, dum teritur, non incurvetur. Eo perpolito, plures Lentes oculares tentandæ ſunt, ut dignoſcatur quænam diameter utiliùs adhiberi poſſit.

ARTIC. VII.

****

Excerptum ex alterâ Epiſtolâ ejuſdem NEWTONI *ad Editorem datâ A.D. triceſimum Menſis Martii An.* 1672, *quâ reſpondetur ad aliquas Objectiones, quas acutus quidam Philoſophus* GALLUS *in novum Teleſcopium reflectens fecerat.*

DOMINE

Tranſ.Phil. An 1672. Menſ.Apr. Num. 82. pag 4034. PERSUASUM habeo ipſum M. A. faſſurum Reflexionis commoda theoreticè conſiderata eſſe maxima, cùm ſciet diverſos Lucis Radios *diverſâ Refrangibilitate* præditos eſſe. Sed, quod pertinet ad praxin, inſtrumenta jam confecta aliquatenus patefaciunt quàm vividè reflectens & quàm fulgens metallica ſubſtantia politione reddi poſſit. Neque à veriſimili alienum eſt, quòd invenire licet novas Metallorum expoliendorum rationes longè præ-

Digitized by Google

præcellentes hiſce, quas nunc adhibemus. Cùm verò Metallum ſemel probè politum habetur, diutius nitidum ſervabitur, dummodo ab humiditate & ab aere diligenter defendatur. Etenim Metallorum nitor præcipuè videtur hebeſcere, eò quòd humiditas ſuper expolitam ejus ſuperficiem denſatur, illámque acidis quibuſdam ſpiritibus, quibus athmoſphæra tota fœta eſt, corrodit & ærugine inducit; vel, ſaltem, quòd humiditas evaneſcens ſuperficiem illam relinquit obductam tenui pelliculâ, quæ concreſcit, partim ex terreſtri humiditatis fæce, partim ex pulvere, qui per aerem circumvolitans, Metallo inſidet atque adhæret.

Reſponſio ad acu i cujuſdam *Galli* objectiones.

Quando non eſt, cur ſæpius hoc utaris inſtrumento, ſunt aliæ rationes Metalli diutiùs præſervandi; velut, fortaſſe, ſi illud vini ſpiritu vel alio non inepto liquore demerſum ſerves. Si verò hebetatur ejus fulgor, reſtitui poteſt fricando Metallum molli corio, aut aliâ ſimili re, nullis adhibitis pulveribus excoriantibus, dummodo æruginem non contraxerit; tunc enim iterum expoliendum eſt.

Certò novi minus Lucis à Metallo reflecti, quàm à vitro tranſmitti; & huic incommodo remedium allaturus, in ultimâ meâ epiſtolâ dixi breviores diametros tribuendas eſſe Lentibus ocularibus pro hiatuum ratione, quàm quas tribuere mos eſt in aliis Teleſcopiis. Veruntamen, cùm invenerim aliquas metallicas ſubſtantias, quæ fortiùs reflectunt, meliùs poliuntur, & difficiliùs hebetantur, quàm aliæ; ſpero futurum ut, lapſu temporis, aliæ detegantur magis ab his incommodis immunes, quàm quæ hactenus uſurpatæ fuerunt.

Digitized by Google

ART. VIII.

ISAACI NEWTONI

Obſervationes in partem Epiſtolæ ſcriptæ à Bercæo *& editæ in* octavo gallico commentario *de* Catadioptrico Telescopio, *quod aſſeritur perfectius & abſolutius redditum à* Cassegrainio.

Tranſ. Phil. 20 Menſ. Maji An. 1672. Num. 83. pag. 4056.

Ut Lector meliùs judicare poſſit de hoc negotio, conferens inventum Cassegrainii cum invento Newtoni, neceſſe eſt ex Gallicis commentariis mutuare, quæ de iſtâ re ibi habentur; ſunt autem ſequentia.

Tibi mitto (ſcribit Bercæus ad hujus ſcripti Editorem) exemplum literarum, quas Cassegrainius ad me dedit, & in quibus agit de proportionibus Tubæ inventæ à Samuele Morelando. De Newtonii Teleſcopio, res prorſus inopina viſa eſt, & tum me, tum illum qui Tubæ proportiones detexit, perculit. Nam, ipſe ante hos tres menſes mihi miſerat Figuram Teleſcopii à ſe excogitati, & huic omnino ſimilis; ſed quod magis ingenioſum videtur.

Ecce tibi brevem illius deſcriptionem.

TAB. I. Eſt ABCD (*Fig.* 4.,) fortis tubus, in cujus infimâ parte eſt Speculum concavum CD perforatum circa meditullium E.

Sed F eſt Speculum convexum, cujus convexitas ita eſt diſpoſita, ut reflectat imagines, quas recipit à magno Speculo, foramen E verſùs, ubi locata eſt Lens ocularis, per quam diſpiciuntur objecta.

Com-

Commoda, quibus Teleſcopium hoc anteire *Newtonianum* mihi videtur, ſunt hæc. Animadverſiones in CASSEGRAINII Teleſcopium.

Primum eſt, quòd os vel hiatus AB poteſt eſſe quantælibet amplitudinis; & idcirco tot Radiis illuſtrari poteſt Speculum concavum, quot Speculum Teleſcopii, cujus deſcriptionem nobis impertitus es.

Secundum autem eſt, quòd Radii planè ſecundùm Naturæ leges reflectentur, nempe circa axem ipſum, & idcirco magis vividè.

Tertium denique, quòd aſpectus jucundior eſt; ſiquidem Spectatorem non offendit nimia Lux, quia imum inſtrumentum CD totum vultum abſcondit. Præterea, iſto faciliùs, quàm *Newtoniano*, detegentur res, quas intueri volumus.

Hæc Gallus Auctor; quibus ſubnectemus NEWTONI animadverſiones, prout eas ab eodem accepimus Epiſtolâ datâ *Cantabrigiæ* A. D. quartum Menſis Maii An. 1672, hoc exemplo.

ART. IX.

****

DOMINE

JUCUNDISSIMUM ſanè eſſet, ſiquid perfectionis Catadioptricum Teleſcopium caperet; ſed vereor ne ſpem fallat illud, cujus deſcriptionem, (ut ex te didici,) edidit CASSEGRAINIUS ante hos tres menſes, & nuper typis mandavit inter gallicos commentarios. Ibidem pag. 4057.

Etenim, cumprimùm ad Reflexionum effectus expendendos me tradidi, offendi *Opticam promotam* GREGORII, (qui liber typis editus fuit Anno 1663,) ubi eſt inſtrumentum, (deſcriptum *paginâ* 94.,) illi ſimile, quod communicavit CASSEGRAI-

Num. 83. NIUS, habens nempe foramen in medio Metallo objectivo, ut Lux tranſire poſſit ad vitrum oculare collocatum poſt Speculum: Hinc anſam arripui harum conſtructionum conſiderandarum; eáſque his incommodis obnoxias comperi.

Primò, plus Lucis in Metallo amittetur, cùm ea reflectetur à parvo convexo Speculo, quàm cùm à plano ovali; Siquidem, paſſim obſervatur, quòd major Lucis copia reflectitur à quolibet corpore, quando in illud obliquiſſima, quàm poteſt, incidit.

Secundò, Speculum convexum Radios non reflectet æquè bene ac planum ovale, niſi habeat figuram hyperbolicam, quæ longè difficiliùs, quàm plana, obtinetur; &, quantumvis accurata, rite non reflecteret niſi Radios pertinentes ad Axem.

Tertiò, errores à convexo Speculo creati valdè augebuntur ob nimium intervallum, quod Radii à Speculo reflexi peragere debent, ut ad Lentem ocularem perveniant. Quâ de cauſâ opinor, quòd (in meo Teleſcopio) cavendum eſt ne tubus fiat majoris diametri quàm neceſſitas poſtulat, ut vitrum oculare ſit plano ovali, quantùm fieri poteſt, proximum, neque tamen Lux utilis impediatur quominus ad Metallum objectivum perveniat,

Quartò, errores, quos Metallum objectivum inducit, magis augebuntur, ſi Radii reflectantur à convexo, quàm ſi reflecterentur à plano, quia convexum undique recedit & deflectitur à punctis, in quæ ſinguli Radii deberent incidere.

Quintò, hiſce de cauſſis neceſſe eſt figura exigui Speculi convexi ſit præter modum accurata & ad unguem facta; tametſi experientiâ comperio multò difficiliùs exigua iſta, quàm grandiora, in accuratam figuram tornari.

Sextò, quoniam errores, quos circa perimetrum concavi objectivi-Metalli figura producit ob id-ipſum quod ſphærica eſt, multo majores fiunt à convexo; objectivi latitudo tanta, quanta in alterâ conſtructione, eſſe non poterit, quin objecta malè diſtincta repræſententur.

Septimò, quia exiguum Speculum convexum magis conducit ad vim augendi, quàm planum ovale, inſtrumentum ſic conſtructum multò magis, quàm aliud augebit objecta pro ratione Sphæræ, in

Fig. 1.

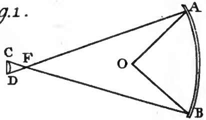


Fig. 2.

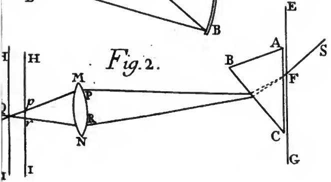


Fig. 3.

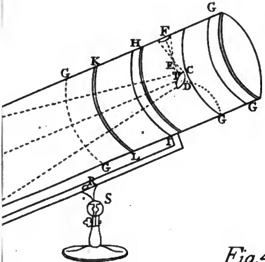
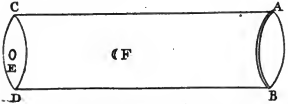


Fig. 4.



Animadverſiones in Caſsegrainii Teleſcopium.

in quam magnum Metallum concavum formatum eſt; cùmque objecta multo majora reddat, quàm deberet pro hiatûs ratione, ea repræſentabit valde obſcura & tenebricoſa, & etiam confuſa: Cui incommodo nullá ratione concinnè ſubveniri poteſt. Nam, ſi exiguum Speculum convexum facimus latioris Sphæræ, majus incommodum creabit intercipiendo nimiam quantitatem meliorum Radiorum; ſi diameter Lentis ocularis minor ſit, quàm opus eſt, eo ipſo angulus Viſionis evadet adeò parvus, ut futurum ſit negotium difficultatis & incommodi pleniſſimum, detegere objecta, quorum, poſtquàm inventa erunt, valde exigua pars uno intuitu diſpicietur.

Hinç intelligere potes, quòd tria commoda, quæ ſibi proponit Caſsegrainius, ſunt potiùs incommoda. Nam, juxta conſtructionem, hiatus inſtrumenti erit anguſtus, objecta obſcura & confuſa, & etiam inventu difficilia. Neque video, quomodo Reflexio fiat circa axem ipſum, & ſecundùm Naturæ leges potiùs in hoc inſtrumento quàm in alio; ſiquidem axis ipſe Oculum verſùs reflectitur ab ovali plano Speculo, & Lux externa removeri ab Oculo. poteſt tubi latere æquè bene ac fundo.

Vides igitur hujus Teleſcopii commoda nulla eſſe, ſed incommodum tantum fore, & quidem inevitabile, ut timeam ne in uſum utiliter cedere poſſit. Et, cùm reputo hoc Teleſcopii genus magis obvium eſſe quàm alterum, ut vel inde conſtat quòd hoc aliis antea inventis ſimile eſt, ferè inducor ut credam eos, qui aliquid in Catoptricis moliti ſunt, omnes primùm expertos eſſe quid hoc præſtaret, &, quoniam iis res malè proceſſerat, hinc factum eſſe ut hactenus reflectentibus Teleſcopiis caruerimus.

Nam, Gregorius de hiſce inſtrumentis agens in libro ſuperiùs citato (*pag.* 95) ait; *De Mechanicâ horum Speculorum & Lentium ab aliis fruſtra tentatâ ego, in Mechanicis minùs verſatus, nihil dico.* Igitur tentata eſt horum Teleſcopiorum confectio, ſed incaſſum. Et audivi quòd Gregorius ipſe ante hos ſeptem vel octo annos, unum ſex pedes longum *Londini* faciendum curavit à Reivo, quod arbitror factum juxta deſcriptionem in libro illo editam; ſed, quamvis ab Artifice ſanè perito conficeretur, ſucceſſu caruit. Qua-

Num. 83. Quapropter optarem CASSEGRAINIUM hujus conſtructionis periculum feciſſe antequàm eam vulgaret: quod ſi facere volet in poſterum ſibimet ſatisfacturus, arbitror futurum ut eventus eum doceat quàm parvi momenti ſint cogitationes hujuſmodi, donec actu quis illas exſequatur.

ART. X.

Proponuntur nonnulla experimenta pertinentia ad NEWTONI Theoriam de LUCE *editam ſub Num.* 80. *cum animadverſionibus in hæc experimenta factis ab Auctore hujus Theoriæ, & communicatis Epiſtolâ datâ* Cantabrigiæ *A.D. decimum tertium Menſis Aprilis An.* 1672.

I.

Tranſ. Phil. Menſis Maii An. 1672. Num. 83. pag. 4059.

CONTRAHATUR Solis Lux abſque ligneæ feneſtræ foramine, & ponatur Priſma inter Lentis Focum & foramen, de quo mentio fit in NEWTONI Theoriâ *de Luce.*

II.

Ambæ Priſmatis extremitates obtegantur Papyro ad varia à Priſmatis meditullio intervalla poſitâ; aut annulis mobilibus, ut ſic diſpiciatur quomodo Figuræ longitudo mutetur, aut dividatur, in quâ inſiſtitur in dictâ Theoriâ.

III.

III.

Ita Priſma convertatur, ut, meditullio immoto, ejus extremitates in orbem ferantur. Experim. propoſ ad NEWTONI Theor. perpend.

IV.

Priſma propellatur ita, ut primò altera ejus extremitas, deinde meditullium, denique altera extremitas tranſeat ante foramen, eodem ſervato paralleliſmo.

ART. XI.

Animadverſiones in experimenta ſuperiùs propoſita.

ILLI, qui hæc experimenta propoſuit, iſtud, opinor, conſilium fuit, ut eorum eventus diſertè explicatos haberet unà cum obſervationibus, quæ ad illa pertinentes obviam ſeſe fecerunt. Ibidem. pag. 4060.

De *primo*, notavi Solis imaginem, in papyro ad Lentis Focum poſitâ incidentem, extenſam fuiſſe ab interpoſito Priſmate in longitudinem proportionalem Priſmatis Refractioni, aut diſtantiæ à Foco. Præcipuè verò animadvertendum hìc occurrit, (quantùm memini,) quòd rectilinea oblongæ imaginis latera magis erant diſtincta, quàm cùm Lens adhibita non fuerat.

Cùm in mentem revocarem, quòd Radii à *Venere* prodeuntes multò minùs alius alium verſùs inclinantur, quam qui ex oppoſitis diſci Solaris partibus procedunt; *Veneris* Lucem ad unum & alterum experimentum uſurpavi. Ut autem ſatìs virium haberent, neceſſarium duxi eos priùs patulâ Lente colligere, ac deinde, inſerto Priſmate inter Lentem ejúſque Focum eo intervallo ut tota

Num. 83. Lux per Priſma tranſire poſſet, comperi Focum, qui antea videbatur tanquam punctum lucidum, à Priſmatis Refractione in longam fulgentem lineam produci.

Statueram aliquoties experiri quam figuram Stella fixa perſpecta per longum Teleſcopium à Priſmate inter Teleſcopium Oculúmque poſito mutuaretur: Sed eventum ex Veneris nudo Oculo conſpectæ facie præſentio.

Circa *ſecundum* experimentum obſervavi, aliud agens, latitudinem ſolaris imaginis, tectis papyro, nunc ad Priſmatis meditullium propiore nunc remotiore, illius extremitatibus augeri vel minui pro ratione detectæ partis Priſmatis, longitudine nullatenus mutatâ: quòd, ſi detecta Priſmatis pars utrinque augebatur, utrinque in eâdem ratione, & nunquam magis, Solis imago dilatabatur.

De *tertio* loquar alteri reſpondens, ubi deſcriptos reperies effectus productos à duobus Priſmatibus quomodocunque ſeſe decuſſantibus. Si verò unum Priſma in gyrum agatur, colorata imago è loco in locum dumtaxat transferetur, deſcribens in pariete, in quam projicitur, aut circulum aut aliquam aliam ſectionem conicam, neque ullam, quoad figuram, mutationem patietur, niſi quas fortaſſe inducat parietis obliquitas, ſive fortuita immutatio anguli, quem Priſmatis ſuperficies efficit cum Radiis ſolaribus.

Experimenti *quarti* ſucceſſum jam innui, cùm ſignificavi Lucem tranſeuntem per inæqualiter craſſas Priſmatis partes eadem exhibere phœnomena.

Nota: Longiores duorum Priſmatum axes, in experimento deſcripto, ſunt invicem paralleli; cetera ad eorum poſitionem pertinentia meliùs intelliges ex hoc Schemate (*Fig.* 5.,) in quo

TAB. II. EG denotet ligneam feneſtram.

F foramen, quo terebrata eſt, & per quod Lux ad Priſmata fertur.

ABC primum Priſma, quod Lucem refringit PT verſùs, ibíque Colores in oblongam imaginem diductos pingit.

$\alpha\beta\gamma$ ſecundum Priſma, quod rurſùs refringit Radios, ſed ad contrarias partes Q verſùs, ubi longa imago PT in rotundam contrahitur.

Sup-

Suppono planum $\alpha\gamma$ parallelum BC, & $\gamma\beta$ ipſi AC, ut Radii æqualiter ad contrarias partes à duobus Priſmatibus refringantur. Præterea, Priſmata invicem quamproxima eſſe debent; ſi enim magno diſtarent intervallo, Colores in Luce apparerent, antequàm ea in ſecundum Priſma incideret; tunc autem hi Colores per contrariam ſecundi Priſmatis Refractionem non deſtruerentur. Et, ſi Lens ponatur in foramine F, aut ſtatim poſt Priſmata, ita ut ejus Focus ſit ad ipſas imagines Q, aut PT, perimeter imaginis Q, & rectilinea latera imaginis PT multò diſtinctiùs terminata videbuntur, quàm ſi Lens abeſſet.

ART. XII.

Epiſtola latino ſermone ad Editorem ſcripta A. D. nonum Menſis Aprilis An. 1672 n. ſt. *ab* Ignatio Gastone Pardies P. *Mathematum Profeſſore in Pariſino Claromontii Collegio, continens animadverſiones in* Isaaci Newtoni *Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigienſi, Theoriam de Luce editam ſub* Num. 80.*

Legi ingenioſiſſimam hypotheſim de Lumine & Coloribus Clariſſimi Newtoni; &, quia nonnullam ego operam dedi in iſtâ contemplatione atque experimentis peragendis, perſcribam ad Te pauca, quæ mihi circa novam iſtam doctrinam occurrerunt. Tranſ. Phil. 17 Menſ Jun. An. 1672. Num 84. pag 4087.

Circa ipſam Luminis naturam illud profectò extraordinarium videtur, quod ait Vir Eruditiſſimus, Lumen conſtare ex aggregatione

* Pag. 279 hujus.

Num. 84. tione infinitorum propemodum Radiorum, qui ſuâpte indole ſuum quiſque Colorem referant retineántque, atque adeò nati apti ſint certâ quâdam & peculiari ratione plus alii, alii minùs refringi: Radios ejuſmodi, dum promiſcui in apertâ Luce confunduntur, nullatenus diſcerni, ſed Candorem potiùs referre: in Refractione verò ſingulos unius Coloris ab aliis alterius Coloris ſecerni, & hoc modo ſecretos ſub proprio & nativo Colore apparere: ea corpora ſub aliquo Colore, verbi gratiâ, rubro videri, quæ apta ſint reflectere aut tranſmittere Radios ſolummodo rubros: &c.

Iſthæc tam extraordinaria hypotheſis, quæ Dioptricæ fundamenta evertit, praxéſque hactenus inſtitutas inutiles reddit, tota nititur illo experimento Priſmatis cryſtallini, ubi Radii per foramen feneſtræ intra obſcurum Cubiculum ingreſſi, ac deinde in parietem impacti, aut in chartâ recepti, non in rotundum conformati, ut Cl. Newtono ad regulas Refractionum receptas attendenti expectandum videbatur, ſed in oblongam figuram extenſi apparuerunt: Unde concluſit, oblongam ejuſmodi figuram ex eo eſſe, quòd nonnulli Radii minùs, nonnulli magis refringerentur.

Sed mihi quidem videtur juxta communes, & receptas Dioptricæ leges figuram illam, non rotundam, ſed oblongam eſſe oportere. Cùm enim Radii ex oppoſitis diſci ſolaris partibus procedentes, variam habeant in ipſo tranſitu Priſmatis inclinationem, variè quoque refringi debent, ut, cùm unorum Inclinatio 30 ſaltem minutis major ſit inclinatione aliorum, major quoque evadat illorum Refractio.

Igitur Radii oppoſiti, ex alterâ ſuperficie Priſmatis emergentes magis divergunt, & divaricantur, quàm ſi nullatenus, aut ſaltem æqualiter, omnes infracti proceſſiſſent, Refractio autem iſta Radiorum fit ſolummodò verſùs eas partes, quæ fingi poſſunt in planis ad Axem Priſmatis rectis: nulla autem Refractionis inæqualitas contingit verſùs eas partes, quæ intelliguntur in planis Axi parallelis; ut facilè demonſtrari poteſt: Superficies enim duæ Priſmatis cenſeri poſſunt inter ſe Parallelæ, ratione habitâ ad inclinationem Axis, cùm ſingulæ ipſi Axi Parallelæ ſint. Refractio

autem

autem per duas Parallelas planas ſuperficies nulla computatur, quia quantùm à primâ ſuperficie Radius in unam partem torquetur, tantùm ab alterâ in oppoſitam partem detorquetur. Igitur cùm Radii ſolares è foramine per Priſma tranſmiſſi ad latera quidem non frangantur, procedunt ulterius, perinde ac ſi nulla Priſmatis ſuperficies obſtitiſſet, (habitâ, inquam, ratione ſolùm ad lateralem illam Divaricationem;) at verò cùm iidem Radii ad ſuperiores, ſeu inferiores partes, alii quidem magis, alii verò minùs, utpote inæqualiter inclinati, infringantur; neceſſe eſt eos magis inter ſe divaricari, adeóque & in longiorem figuram extendi. P. PARDIES animadverſ. in NEWTONI Theoriam de Luce & Coloribus.

Quin ſi calculus ritè obeatur; ut Radii laterales inventi ſunt à Cl. NEWTONO in eâ latitudine, quæ ſubtendit Arcum 31. min., qui arcus reſpondet Diametro Solis; ita nullus dubito, quin illa inventa quoque altitudo Imaginis, quæ 2 gr. & 49 min. ſubtendit, ſit illa ipſa quæ eidem Diametro Solis poſt inæquales Refractiones in illo ipſo caſu reſpondeat.

Et revera (*Fig. 6*) poſito Priſmate ABC, cujus Angulus A ſit 60 gr., Radio DE, qui faciat cum perpendiculari EH, Angulum 30 grad., invenio illum, dum emergit per FG, facere cum perpendiculari FI Angulum 76 gr. 22. min. At verò poſito alio Radio *d*E, qui cum perpendiculari EH, faciat Angulum 29. gr. 30. min., invenio illum, dum emergit per *fg*, facere cum perpendiculari *fi* Angulum 78. gr. 45. min. Unde iſti duo Radii DE, *d*E, qui procedere ſupponuntur ex oppoſitis partibus diſci ſolaris, faciúntque inter ſe angulum 30. min., iidem, dum emergunt per lineas F*g*, *fg*, ita divergunt ut conſtituant Angulum inter ſe 2. gr. 23. min. Quòd ſi duo alii Radii aſſumerentur magis accedentes ad perpendicularem EH, (v. g., qui cum eâdem perpendiculari facerent, unus quidem Angulum 29. gr. 30. min., alter verò 29. gr. 0 min.) tunc iidem Radii emergentes magis adhuc divergerent, conſtitueréntque angulum majorem etiam aliquando plus quàm trium graduum. Et præterea augetur ulterius iſta intercapedo refractorum Radiorum ex eo, quòd duo Radii DE, *d*E, concurrentes in E, illicò incipiunt divaricari, atque impingunt in duo puncta disjuncta alterius ſuperficiei, nempe in F, & in *f*. Quapropter non ſufficit ad obeundum ritè calculum, è Longitu- TAB. II.

 dine

Num. 84 dine Imaginis impactæ in chartam ſubtrahere magnitudinem foraminis feneſtræ; quandoquidem etiam poſito foramine indiviſibili E, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in aliâ ſuperficie, nempe F*f*.

Quod etiam vocat *Experimentum Crucis*, mihi quidem videtur quadrare cum vulgaribus & receptis Refractionum regulis. Nam, ut modò oſtendi, Radii ſolares, qui accedentes & convergentes faciunt angulum 30. min., egredientes etiam deinde poſt indiviſibile foramen, divergunt in angulum duorum, & trium graduum. Quapropter non mirum, ſi iſti Radii, ſigillatim impingentes in alterum Priſma, perexiguo item apertum foramine, inæqualiter infringantur, cùm ſit inæqualis illorum Inclinatio. Neque refert, quòd iſti Radii attollantur, aut deprimantur per converſionem primi Priſmatis, manente immoto ſecundo Priſmate, (quod tamen in omni caſu fieri non poteſt,) vel quòd manente primo immobili, ſecundum moveatur, ut ſucceſſivè Radios coloratos totius imaginis excipiat, & per proprium foramen tranſmittat; utrolibet enim modo neceſſe eſt Radios illos extremos, hoc eſt, rubrum & violaceum incidere in ſecundum Priſma ſub inæquali angulo, adeóque eorundem Refractionem eſſe inæqualem, ut violaceorum ſit major.

Cùm igitur manifeſta cauſa appareat oblongæ ejusmodi figuræ Radiorum, cauſáque illa ex ipſâ naturâ Refractionis oriatur; non videtur neceſſe recurrere ad aliam hypotheſin, aut admittere diverſam illam Radiorum Frangibilitatem. Quod deinde excogitavit de *Coloribus*, illud quidem egregiè conſequitur ex præcedente hypotheſi; veruntamen nonnullas & ipſum patitur difficultates: nam, quod ait nullum Colorem, ſed potiùs Candorem apparere, ubi omnes omnium Colorum Radii promiſcuè confunduntur, id verò non videtur conforme omnibus phænomenis. Certè, quæ variationes cernuntur in permiſtione diverſorum corporum diverſis Coloribus imbutorum, eædem omnino obſervantur in permiſtione diverſorum Radiorum diverſis item Coloribus imbutorum. Atque optimè ipſe advertit, quòd quemadmodum ex flavo, & cæruleo corpore exſurgit viridis Color; ita ex flavo, & cæruleo Radio viridis item Color efficitur. Quare, ſi omnes omnium Colorum Radii

Radii

Digitized by Google

Radii ſimul confunderentur, neceſſe eſſet in iſtâ hypotheſi, ut ille Color appareret, qui reverâ apparet in permiſtione omnium Pigmentorum. Atqui ſi iſta, hoc eſt rubrum ſimul, & flavum unà cum cæruleo, & purpureo, aliiſque omnibus, ſi quæ ſint, conterantur, & confundantur, non jam candidus, ſed obſcurus, & ſatur Color exſurget. Ergo ſimilis Color appareret in Lumine ordinario, quod conſtaret ex aggregatione omnium Colorum. P. PARDIES animadverſ in NEWTONI Theoriam de Luce & Coloribus.

Præterea, nihil primo aſpectu magis ingenioſum, magíſque aptum videtur, quàm quod ait circa experimentum Acutiſſimi HOOKII, quo duo diverſi liquores, quorum alter rubeus, alter cæruleus, uterque ſigillatim pellucidus, ſimul permiſti, opaci evadunt. Id autem ait Clariſſimus NEWTONUS ex eo oriri, quòd unus liquor ſolos rubeos natus ſit tranſmittere, alter verò ſolos flavos; unde permiſti nullos tranſmittent. Hoc, inquam, videtur ſtatim valde appoſitum; nihilominùs tamen ex eo conficeretur, quòd ſimilis opacitas fieret in permiſtione quorumcunque liquorum, qui eſſent diverſi Coloris; quod tamen verum non eſt.

ART. XIII.

ISAACI NEWTONI

Epiſtola ad Editorem data A. D. decimum tertium Menſis Aprilis An. 1672. ſt. vet., *quâ reſpondetur ad ſuperiorem* P. PARDIES.

ACCEPI obſervationes Reveren. Patris IGNATII PARDIES in Epiſtolam meam de Lucis Refractionibus & Coloribus ad te conſcriptam, quo nomine me illi valdè devinctum agnoſco; atque hoc difficultatibus, quas propoſuit, eluendis reſcribo. Ibidem. Num 84. pag 4091.

Im-

Num. 84. Imprimis ait longitudinem ſolaris imaginis à Refractione Priſmatis effectam non aliâ indigere cauſâ, quàm diverſâ Radiorum ab oppoſitis partibus ſolaris diſci profluentium Incidentiâ, adeòque non probare diverſam Refrangibilitatem Radiorum. Et, quò aſſertionis ejus veritatem confirmet, oſtendit caſum, in quo, ex diverſâ Incidentiâ triginta Minutorum, differentia Refractionis poteſt eſſe duorum graduum cum viginti tribus Minutis, vel etiam paulò major, prout exigit meum experimentum. Sed hallucinatus eſt Reverend. Pater; nam Refractiones à diverſâ parte Priſmatis, quantùm poteſt, inæquales ſtatuit R. P. Pardies, cùm tamen ego tum in experimentis, tum in calculo de experimentis

TAB. II. iſtis inito, æquales adhibuerim. Si (*Fig.* 7.) autem ABC, Priſmatis ſectio ad Axem ejus perpendicularis, FL, & KG, Radii duo in x (medio foraminis) decuſſantes, & in Priſma illud incidentes ad G & L; ſintque eorum refracti GH, & Lm, ac denuo HI, & mn. Et, cùm Refractiones ad latus AC æquales eſſe Refractionibus ad latus BC, quam-proxime, ſuppoſuerim; ſi AC, & BC ſtatuantur æqualia, ſimilis erit Radiorum GH, & Lm ad AB, baſin Priſmatis, inclinatio; adeòque ang. CLm = ang. CHG, & ang. CmL = ang. CGH. Quare etiam Refractiones in G, & m æquales erunt, ut & in L & H; atque adeò ang. KGA = ang. nmB, & ang. FLA = ang. BHI; & proinde refractorum HI, & mn, eadem erit ad invicem inclinatio ac eſt incidentium Radiorum FL & KG. Sit ergo ang. FxK 30. min., æqualis nempe ſolari Diametro, & erit angulus, quem HI & mn comprehendunt, etiam 30. min., ſi modò Radii FL, & KG, æqualiter refrangibiles ſtatuantur. At mihi experienti prodiit angulus ille, circiter, 2 grad. 49 min., quem Radius HI, extremum violaceum Colorem, & mn cæruleum exhibens, conſtituére, ac proinde Radios illos diverſimode refrangibiles eſſe, ſive Refractiones ſecundùm diſparem ſinuum Incidentiæ, & Refractionis rationem peragi neceſſariò concedendum eſt.

Addit præterea R. P., quòd non ſufficit ad obeundum ritè calculum, ex longitudine imaginis impactâ in chartam ſubtrahere magnitudinem foraminis feneſtræ; quandoquidem etiam poſito foramine

mine indiviſibili, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in poſteriori ſuperficie Priſmatis. Mihi tamen videtur, his non obſtantibus, quòd Refractiones Radiorum, in anteriori æquè ac poſteriori ſuperficie Priſmatis decuſſantium, ex adhibitis principiis poſſint ritè computari. Sed ſi res ſecus eſſet, latitudo hiatûs in poſteriori ſuperficie, quod ad-inſtar foraminis eſt, haud efficeret errorem duorum minutorum ſecundorum; & in rebus practicis non operæ pretium duco ad minutias iſtas attendere. NEWTONI Reſponſio ad P. PARDIES.

Illi inſuper *Experimento*, quod Crucis vocaveram, nihil adverſatur R. P. dum contendit, inæquales Radiorum diverſis Coloribus imbutorum Refractiones ex inæqualibus Incidentiis effectas fuiſſe. Nam Radiis per duo admodum parva, ab invicem diſtantia, & immota foramina, tranſeuntibus, Incidentiæ illæ, prout ego experimentum inſtitui, omninò æquales erant, & tamen Refractiones liquidò inæquales. Sin ille de experimentis noſtris dubitet, oro, ut Radiorum diverſis Coloribus præditorum Refractiones ex Incidentiis paribus menſuret, & ſentiet inæquales eſſe. Si modus ille, quem ego ad hoc negotium adhibui minùs placeat, (quo tamen nullus poteſt eſſe luculentior,) facile eſt alios excogitare; ſicut & alios ipſe haud paucos cum fructu expertus ſum.

Contra *Theoriam* de Coloribus objicitur quòd pulveres diverſorum Colorum permiſti, non candidum, ſed ſubobſcurum & fuſcum Colorem exhibent. Mihi verò Albus, Niger, & omnes intermedii Fuſci, qui ab Albo, & Nigro permiſtis componi poſſunt, non ſpecie Coloris, ſed quantitate Lucis tantùm differre videntur. Et cùm in miſtione Pigmentorum, ſingula corpuſcula non niſi proprium Colorem reflectant, adeòque maxima pars Lucis incidentis ſupprimatur, & retineatur; Lux reflexa ſubobſcura evadet, & quaſi cum tenebris permiſta, adeo ut non intenſum Alborem, ſed qualem Nigredinis permiſtio conficit, hoc eſt fuſcum exhibere debeat.

Objicitur deinde, quod à liquoribus quibuſcunque, diverſi Coloris in eodem vaſe commiſtis, æquè ac in diverſis vaſis contentis, Opacitas oriri debet, quod tamen ait verum non eſſe. Sed non video conſequentiam. Nam plurimi liquores agunt in ſe invi-

Num. 84. invicem, & novam ſibi mutuò partium contexturam ſecretò inducunt; unde opaci, diaphani, vel variis Coloribus, ex Coloribus permiſtorum nullo modo oriundis, prædìti evadere poſſunt. Et hàc de cauſà experimenta hujuſmodi minùs apta ſemper exiſtimavi à quibus concluſiones deduci poſſint. Subnoto tamen, quod ad hoc experimentum requiruntur liquores ſaturis & intenſis Coloribus præditi, qui perpaucos niſi proprii Coloris Radios tranſmittant, quales raro occurrunt, ut videbitur illuminando liquores cum diverſis Coloribus Priſmatis in obſcurato Cubiculo. Nam pauci reperientur, qui in propriis Coloribus ſatìs diaphani appareant, ſnque alienis opaci. Convenit præterea, ut adhibiti Colores ſint inter ſe oppoſiti, quales exiſtimo fore rubrum, & cæruleum, vel flavum, & violaceum, vel etiam viridem, & purpureum illum qui coccineo affinis eſt. Et ex hujuſmodi liquoribus nonnulli, (quorum partes tingentes non congrediuntur,) fortaſſe permiſti evadunt opaciores. Sed de eventu nihil ſum ſollicitus, tum quòd luculentius eſt experimentum in liquoribus ſeorſim exiſtentibus, tum quòd experimentum illud, (ſicut & Iridis, Tincturæ nephriticæ, & aliorum corporum naturalium phænomena,) non ad probandam, ſed ad illuſtrandam tantùm Doctrinam propoſui.

Quod R. P. *Theoriam* noſtram Hypotheſin vocat, amicè habeo ſiquidem ipſi nondum conſtet. Sed alio tamen conſilio propoſueram, & nihil aliud continere videtur quàm proprietates quaſdam Lucis, quas jam inventas probare haud difficile exiſtimo, & quas, ſi non veras eſſe cognoveram, pro futili, & inani ſpeculatione mallem repudiare, quàm pro meâ *Hypotheſi* agnoſcere. Quid verò cenſeri mereatur, ex reſponſionibus ad animadverſiones Domini N. N. fortaſſe ſtatim prodituris, clariùs patebit. Interim vale, & perge amare

Tibi devinctiſſimum

I. Newton.

A R T.

ART. XIV.

****

Excerptum ex ISAACI NEWTONI *Epiſtolâ nuper ad Editorem ſcriptâ, quâ ipſe genuinam ſuggerit Methodum, doctrinam ſuam* de Luce & Coloribus *antehac propoſitam, evincendi, ſubjectâ certorum Quæſitorum, debitis experimentis ſolvendorum, ſerie.*

LICEAT mihi hac occaſione tibi ſignificare nequaquam cenſere me efficacem eam eſſe determinandæ veritatis rationem, quâ diverſi examinantur modi, quibus Phænomena explicari poſſunt; niſi ubi perfecta fuerit omnium iſtorum modorum enumeratio. Noſti genuinam proprietates rerum inveſtigandi Methodum eſſe, quâ illæ ab experimentis deducuntur. Ac jam antè tibi dixeram Theoriam à me propoſitam evictam mihi fuiſſe, non quidem inferendo rem ita ſe habere, quia haud ſe habeat aliter; videlicet, non eam deducendo dumtaxat à contrariarum ſuppoſitionum confutatione; ſed ipſam ab experimentis poſitivè & directè concludentibus derivando. Vera itaque ratio eam examinandi hæc erit, ſi conſideremus ſcilicet num experimenta à me propoſita illas Theoriæ partes, quibus accommodantur, reverà probent; vel ſi alia proſequamur experimenta, quæ ab ipſâ Theoriâ, ad examinandam eam, ſuggerantur; atque hoc ipſum methodo genuinâ fieri velim, perveſtigatis primùm ac determinatis legibus Refractionis, priùſquàm Colorum natura diſquiratur. Præter rem itaque haud fore crediderim diſquiſitionem hanc ex ſequentium Quæſitorum ſerie inſtituere; quæ quidem ut à ſolertibus ſagacibúſque Naturæ Myſtis, pro-

Tranſ. Phil. 15 Menſ. Julii An. 1672. Num. 85. pag. 5006.

Num. 85 pronunciatis experimentorum eventibus, dirimantur, in votis quam maximè habeo. Ea ſunt

I.

Num Radii, qui æquali Incidentiâ in idem medium incidunt, Refractiones habeant inæquales; quantæque ſint Refractionum, quas illi ſubeunt, inæqualitates in quâvis Incidentiâ.

II.

Quænam ea ſit lex, juxta quam Radius quilibet magis minúſve refringitur? Sítne, quòd idem Radius ſemper refringatur ſecundùm eandem rationem ſinuum Incidentiæ & Refractionis; diverſi autem Radii ſecundùm rationes diverſas? An verò, quòd cujuſlibet Radii Refractio major minórve ſit abſque ullâ regulâ certâ? Hoc eſt, utrùm unusquiſque Radius certum habeat gradum Refrangibilitatis, juxta quem fiat ipſius Refractio, an verò refringatur ſine iſtâ regularitate.

III.

Num Radii, certis gradibus Refrangibilitatis præditi, quando, quo demum cunque modo, ſecernuntur, certos obtineant Colores ipſis proprios; puta, Radii minimè omnium refrangibiles, coccineum; maximè refrangibiles, ſaturum violaceum; intermedii, ſubviridem; alii, alios. Et è contra?

IV.

Num Color cujuſvis generis Radiorum ſeorſim exiſtentium mutari poſſit Refractione?

V.

Utrùm Colores coaleſcendo reverà ſe invicem mutent ad producen-

Digitized by Google

ducendum Colorem novum; an verò eum producant nonniſi ſe invicem commiſcendo?

Newtoni methodus evincendi Theoriam ſuam.

V I.

Num debita Radiorum miſcela, omnigenâ Colorum varietate prædita, Lucem producat ſolari Luci ſimillimam; quæque eaſdem omnino proprietates obtineat; eadem denique phænomena exhibeat?

V I I.

Utrùm componentes cujuſvis miſcelæ Colores reverâ mutentur, an verò ſecernantur dumtaxat, quando ex mixturâ illâ varii Colores rurſum producuntur per Refractionem?

V I I I.

Dentur-ne ulli alii Colores Refractione producti, præter eos, quos oriri oportet à Coloribus ad Radios diverſimodè refrangibiles pertinentibus, dum illi Refractione ſuâ ſecernuntur vel miſcentur?

Per experimenta determinare hæc, ſimiliáve Quæſita, quæ propoſitam Theoriam involvunt, maximè genuina directáque videtur ad concluſionem via. Proindéque omnes velim objectiones ſuſpendi, quæ ab Hypotheſibus deſumuntur ulliſve Fontibus aliis quàm his duobus; quibus nempe, vel oſtendatur experimentorum ad determinanda hæc ζητήματι, probandáſve ullas alias Theoriæ meæ partes, inſufficientia, hallucinationes, defectúſque in concluſionibus meis inde deductis indigitando: vel alia producantur experimenta è diametro mihi oppoſita, ſiquæ talia occurrere videantur. Si enim experimenta, quæ à me urgentur, laborant defectibus, difficile haud fuerit eos oſtendere; ſi verò valida fuerint, eo ipſo, dum Theoriam meam aſſerunt probántque, omnes objectiones convellunt.

Digitized by Google

ART. XV.

Secundæ P. Pardies *literæ ad Editorem* Lutetiæ Pariſiorum *datæ A. D. viceſimum primum Menſis Maii, An.* 1672., *quibus reponitur* Newtoni *reſponſioni ad primas literas ipſius* P. Pardies *editas ſub* Num. 84. *

Ibidem. pag. 5012. Redditæ mihi ſunt tuæ litteræ cum Obſervationibus Clariſſimi & Ingenioſiſſimi Newtoni, quibus ad meas difficultates reſpondit. Eas ego legi non ſine maximâ voluptate. Et primùm, quod attinet ad ipſum experimentum majoris latitudinis Colorum, quàm exigeret vulgaris Theoria Refractionum; fateor me inæquales Refractiones in oppoſitis Priſmatis faciebus ſuppoſuiſſe, nec ullatenus advertiſſe in literis relatis in Tranſactionibus obſervatam fuiſſe à Newtono majorem illam latitudinem in eo caſu, in quo Refractiones ponerentur reciprocè æquales, eo modo, quo hìc in iſtis obſervationibus dicitur. Sed nec ab eo tempore in iiſdem Tranſactionibus videre licuit, cùm eas non potuerim recuperare. Cùm igitur nunc videam etiam in eo caſu obſervatam majorem illam Colorum latitudinem; certè ex hoc capite nihil mihi ulteriùs reſtat difficultatis. Ex hoc, inquam, capite, nam aliunde videtur poſſe reddi ratio illius phænomeni abſque iſtâ variâ Radiorum Refrangibilitate. Etenim in eâ hypotheſi, quam fusè explicat noſter Grimaldus, in quâ ſupponitur Lumen eſſe ſubſtantia quædam rapidiſſimè mota, poſſet fieri aliqua diffuſio Luminis poſt tranſitum foraminis, & decuſſationem Radiorum.

* Pag. 319 hujus.

P. PARDIES Repoſitio ad NEWTONUM.

diorum. Item, in eâ hypotheſi, quâ Lumen ponitur progredi per certas quaſdam Materiæ ſubtilis Undulationes, ut explicat ſubtiliſſimus HOOKIUS, poſſunt explicari Colores per certam quandam *diffuſionem atque expanſionem Undulationum, quæ fiat ad latera Radiorum ultra foramen, ipſo contagio ipſâque materiæ continuatione.* Certè ego talem adhibeo *Hypotheſin* in diſſertatione de *motu Undulationis*; quæ eſt *ſexta pars meorum Mechanicorum*; ut ponam, Colores iſtos apparentes fieri ex ſolâ illâ communicatione Motionis, quæ ab Undulationibus directè procedentibus ad latera effundatur: Ut (*Fig.* 8.) ſi Radii intrantes per foramen *a*, progrediantur verſùs *b*, Undulationes quidem directè terminari deberent, (habendo rationem ad motum rectum & naturalem,) ad lineam rectam *a b*; nihilominùs tamen propter continuitatem materiæ, ſit aliqua communicatio commotionis verſùs latera *e c*, ubi tremula quædam, & criſpans ſucceſſio excitatur: Atque ſi in illâ laterali criſpatione conſiſtere Colores ſupponatur, exiſtimo omnia phænomena Colorum explicari poſſe, ut fuſiùs in eâ, quam dixi, diſſertatione expono. Quibus item poſitis, apparet etiam, cur ultra quàm ferat Radiorum ipſorum divaricatio, expandi Colorum latitudinem neceſſe ſit. Verùm iſta obiter hìc tantùm adnotaſſe ſufficiat. TAB. II.

Quod adnotat, errorem, qui oriri poſſet in calculo, ex eo, quod dixeram, veluti foramine facto in poſteriori facie Priſmatis; errorem, inquam, illum non poſſe inducere ſenſibilem varietatem, id optimè adnotatum eſt: neque ego exiſtimavi inde multùm augeri Colorum latitudinem; ſed tantummodo accuratam calculi rationem indicare volui. Quapropter & ego in praxi negligendam hanc cautionem cenſeo.

Circa *experimentum Crucis*, nequaquam dubito, quò minùs in ſuo experimento talem ſitum adhibuerit, in quo, æqualis Inclinatio fuerit Radiorum incidentium, quandoquidem id ita à ſe præſtitum expreſſè affirmat. Verùm, id non ego poteram conjicere ex iis, quæ ſuperiùs legeram; ubi ponuntur duo exigua, & maximè diſtantia foramina, & unum Priſma prope primum foramen, quod eſt in feneſtrâ, per quod Priſma Radii colorati erum-

Digitized by Google

Num. 85 erumpentes, incidunt in alterum diſtans foramen: Addebatur autem, quod ad hoc, ut omnes illi Radii ſucceſſivè inciderent in ſecundum illud foramen, convertebatur primum Priſma ſupra Axem: Atqui hoc modo neceſſe eſt mutari inclinationem Radiorum, qui incidunt in ſecundum foramen: Atque indicavi ego, quòd perinde ſeſe res habet, ſive manente primo Priſmate immobili, ſecundum foramen attolleretur, aut deprimeretur, ut poſſit ſucceſſivè Radios omnes depictæ Imaginis ſolaris excipere, ſive manente iſto ſecundo foramine immobili, primum Priſma converteretur, ut ita eadem Imago ſitum mutaret, atque in foramen impingere ſecundum omnes ſucceſſivè partes poſſet. Sed alias, ſine dubio, adhibuit cautiones ſolertiſſimus NEWTONUS.

Quæ circa Colores objeceram, optimè ſoluta exiſtimo. Quod autem *Theoriam* iſtam appellarim *Hypotheſin*, id certè ego nullo adhibito conſilio feci; atque nomen uſurpavi quod primum occurrit: quapropter velim ut ne per contemptum adhibitam vocem ejuſmodi exiſtimet; Clariſſimum verò NEWTONUM imprimis ſuſpicio ac veneror.

ARTIC. XVI.

ISAACI NEWTONI *reſponſio ad ſuperiorem epiſtolam.*

Ibidem. pag 5014. IN obſervationibus Reverend. Patris IGNATII PARDIES, quas ad te denuo conſcripſit, an majus ſit humanitatis argumentum, quòd meis reſponſionibus vim omnem attribuit; an ingenii, quòd Objectiones proponit, quæ, ſi non probè tollantur, doctrinam noſtram fruſtrari poſſint, vix dixerim: Utrunque ſanè ad determinandam veritatem optimè conducit, efficítque ut acceptis quàm-lubentiſſimè reſpondeam.

Ait

Digitized by Google

Secunda NEWTONI Reſponſio ad P. PARDIES.

Ait R. P. quòd abſque variâ diverſorum Radiorum Refrangibilitate, poſſibile ſit explicare longitudinem Colorum; puta, ex Hypotheſi P. GRIMALDI, per diffuſionem Luminis, quod ſupponitur eſſe ſubſtantia quædam rapidiſſimè mota, vel ex Hypotheſi HOOKII noſtri, per diffuſionem vel expanſionem undulationum, quas ſtatuit in æthere à lucidis Corporibus excitatas quaquaverſum propagari. Addo quòd ex Hypotheſi CARTESIANA poteſt etiam effingi conſimilis diffuſio conatûs vel preſſionis Globulorum, perinde ut in explicatione Caudæ Cometæ ſupponitur. Et eadem diffuſio vel expanſio juxta aliam quamvis Hypotheſin, in quâ Lumen ſtatuitur eſſe vis, Actio, Qualitas, vel ſubſtantia quælibet à luminoſis corporibus undique emiſſa, effingi poteſt.

Ut his reſpondeam, animadvertendum eſt, quòd Doctrina illa, quam de Refractione, & Coloribus explicui in quibuſdam Lucis proprietatibus ſolummodo conſtitit, neglectis Hypotheſibus, per quas, proprietates illæ explicari debent. Optimus enim & tutiſſimus philoſophandi modus videtur, ut imprimis rerum proprietates diligenter inquiramus & per experimenta ſtabiliamus, ac dein tardiùs contendamus ad hypotheſes pro earum explicatione. Nam, hypotheſes ad explicandas rerum proprietates tantùm accommodari debent, & non ad determinandas uſurpari, niſi quatenus experimenta ſubminiſtrare poſſint. Et ſiquis ex ſolâ hypotheſium poſſibilitate de veritate rerum conjecturam faciat, non video quo pacto quicquam certi in ullâ ſcientiâ determinare poſſit; ſiquidem alias atque alias hypotheſes ſemper licet excogitare, quæ novas difficultates ſuppeditare videbuntur. Quamobrem ab Hypotheſium contemplatione, tanquam improprio argumentandi loco, hìc abſtinendum eſſe cenſui, & vim objectionis abſtrahendam, ut pleniorem, & magis generalem reſponſionem accipiat.

Itaque per Lumen intelligo quodlibet Ens, vel Entis poteſtatem, (ſive ſit ſubſtantia, ſive quævis ejus Vis, Actio, vel Qualitas) quod à corpore lucido rectâ pergens aptum ſit ad excitandam viſionem; & per Radios Luminis intelligo minimas, vel quaslibet indefinitè parvas ejus partes, quæ ab invicem non dependent, quales ſunt illi omnes Radii, quos lucentia corpora vel ſimul,

Num. 85. vel ſucceſſivè ſecundùm rectas lineas emittunt. Nam illæ tum collaterales tum ſucceſſivæ partes Luminis ſunt independentes, ſiquidem unæ abſque aliis intercipi poſſint, & in quaslibet plagas ſeorſim reflecti, vel refringi. Et hoc præcognito, Objectionis Vis omnis in eo ſita erit; quòd Colores per aliquam Luminis ultra foramen diffuſionem, quæ non oritur ab inæquali diverſorum Radiorum (ſeu Luminis independentium partium) Refrangibilitate, in longum diduci poſſint.

Quòd autem non aliunde oblongentur, monſtravi in Literis relatis in Phil. Tranſactionibus Num. 80. Et ut rationes faciliùs percipiantur, non gravabor jam fuſiùs explicare.

Scilicet ex obſervatione, quòd Radii poſt Refractionem non incurvabantur, ſed rectà ad parietem progreſſi fuerint, patuit, eandem fuiſſe eorum ad ſe mutuò inclinationem cùm mòdò exierunt Priſmate, atque cùm impegerunt in parietem; & proinde longitudo Colorum ex inclinatione Radiorum emerſit, quam inter refringendum obtinuere, hoc eſt, ex quantitate refractionis quam ſinguli radii in Priſmate patiebantur Adeòque cùm colorum longitudo latitudinem aliquot vicibus ex obſervatione ſuperavit; ſequitur majorem fuiſſe inæqualitatem refractionum quam potuit oriri ex inæqualitate Incidentiarum. Quinimo ex figurâ imaginis coloratæ, quòd nempe non fuit ovalis, ſed ad latera duabus parallelis rectis lineis terminata, patuit eam ex indefinitè multis imaginibus Solis, per inæqualem refractionem in longum diſtractis & ſerie continua diſpoſitis, conſtitui; adeòque radios à ſingulis partibus ſolaris Diſci provenientes per totam ferè longitudinem colorum diſpergi & proinde ſimiliter incidentium inæquales eſſe refractiones. Id quod aliis etiam indiciis oſtendi poſſet.

Conſtat itaque diverſas eſſe refractiones, ubi pares ſunt incidentiæ. Sed ampliùs inquirendum eſt, unde oriatur illa diverſitas? An ſit à cauſa aliqua incerta & irregulari, vel certâ lege, ſecundùm quam radius quilibet aptus eſt determinatam aliquam refractionem pati. Per incertas & irregulares cauſas intellige aſperitates in ſuperficies vel venas diverſæ denſitatis in interiori parte Vitri ex quo Priſma conflatur; item irregularem ſitum pororum, quos

quos nonnulli ob luminis tranſmiſſionem directo tramite per vitrum omnifariam trajici ſtatuunt; nec non tremores & inæquales commotiones partium ætheris, aëris, vel vitri; radiorum in refringente ſuperficie ſe mutuò fortaſſe comprimentium reſulturam ab invicem; ejuſdem cujuſque radii diviſionem ac diſſipationem in partes divergentes, quas vel numero finitas vel indefinitè multas in ſuperficie aliqua continuatim jacentes imaginari liceat; vel quamvis aliam diffuſionem & dilatationem Luminis quam poſſumus excogitare, non ortam ex diverſa prædiſpoſitione cujuſque radii ad refractionem, in certo aliquo & conſtanti gradu patiendam.

Secunda NEWTONI Reſponſio ad P PARDIES.

Quòd autem diverſa refractio non orta ſit ex ullis ejuſmodi cauſis incertis & irregularibus, probavi per Experimentum duorum conſimilium Priſmatum in contrario ſitu juxta-poſitorum, ita ut poſterius contraria ſua refractione retroflecteret radios, & ſic regulares effectus prioris deſtrueret, ſed per iteratas refractiones, augeret irregulares. Utpote ſi prius Priſma diffunderet ac divergere faceret parallelos radios, ex. gr. per aſperam polituram, inæquabilem denſitatem, aut irregularem ſitum pororum Priſmatis, vel per tremulos motus partium ætheris, aëris, aut vitri; vel per dilatationem luminis propter partium ejus (i. e. radiorum) ſe mutuò comprimentium relaxationem verſùs adjacentia ſpatia, quæ vel nullo vel minus conſtipato Lumine irradiantur, vel denique per cujuſque radii dilatationem aut diffractionem in complures divergentes radios: tum ſanè poſterius Priſma magis diffunderet ac diſſiparet radios per dictas irregularitates, ætheris, aëris, aut vitri, vel per iteratam dilatationem Luminis à refringentis ſuperficiei reſiſtentia denuo conſtipati ac diffuſi, vel etiam per cujuſque radii à priori diffractione orti iteratam diffractionem ac diviſionem in longè plures divergentes radios. Et ſic Lumen magis diſpergeretur per refractionem ſecundi Priſmatis, & in parietem projectam imaginem duplo longiorem, minimum, exhiberet, quàm per ſolam refractionem prioris Priſmatis exhiberi potuiſſet. Quamobrem cùm, Experientia teſte, refractio ſecundi Priſmatis adeo non diſpergat Lumen, ut contrahat & in priſtinum ſtatum reducat, efficiátque ut in forma coni poſtea progrediatur, perinde ac ſi nullam omni-

Digitized by Google

Num. 85. no refractionem paſſum fuiſſet ; concedendum eſt, Diffuſionem Luminis à refractione anterioris Priſmatis effectam, non oriri ab aliqua præfatarum cauſarum, aut alia quavis irregularitate, ſed diverſæ refrangibilitati radiorum ſolummodo tribuendam eſſe ; utpote quâ radius unusquiſque, ex inſita diſpoſitione tantam refractionem in poſteriori Priſmate, ac in priori paſſus, reducitur in parallelíſmum cum ſe ipſo ; & ſic omnes radii ad ſe mutuò eaſdem inclinationes reſumunt quas ante refractiones habuêre.

Demum, ut hæc omnia ſummè confirmarem, adjeci Experimentum illud, quod jam nomine *Crucis* paſſim inſignitur, de cujus conditionibus cum R. P. dubitaverit, placuit jam deſignare TAB. II. Schemate (*Fig.* 9.). Sit BC anterior Tabula, cui Priſma A immediatè præfigitur, ſitque DE altera Tabula, quaſi 12 pedibus abinde diſtans, cui ſuffigitur alterum Priſma F. Tabulæ autem ad *x* & *y* ita perforentur, ut aliquantulum Lucis ab anteriori Priſmate refractæ trajici poſſit per utrumque foramen ad ſecundum Priſma, ínque eo denuò refringi. Jam Priſma anterius circa Axem reciproco motu convertatur, & colores in tabulam poſteriorem DE procidentes, per vices attollentur, & deprimentur, eóque pacto alius atque alius color ſucceſſivè pro arbitrio trajici poteſt per foramen ejus *y* ad poſterius Priſma, dum ceteri colores in Tabulam impingunt : Et videbis radios diverſis coloribus præditos diverſam pati Refractionem, in illo poſteriori Priſmate, ex eo quòd ad diverſa loca parietis, vel cujuſvis obſtaculi GH, pedibus aliquot ulterius remoti, allabentur : puta, Violacei Radii ad H, Rubri ad G, & intermedii ad loca intermedia: & tamen propter determinatam poſitionem Foraminum neceſſe eſt ut ſimilis ſit incidentia Radiorum cujuſque coloris per utrumque trajecti. Atque ita ex menſura conſtat Radios, diverſis coloribus affectos, habere diverſas Leges Refractionum.

Sed ſuſpicor unde adductus ſit R. P. in dubitationem ; nempe videtur collocaſſe primum Priſma A, poſt tabulam BC, atque ita convertendo circa Axem, veriſimile eſt inclinationem radiorum, qui interjacent foramina propter intermediam Refractionem fuiſſe muta-

Secunda Newtoni Reſponſio ad P. Pardies.

mutatam. At, ex deſcriptione priùs expoſita, debuit tabula illa collocari poſt Priſma, ut Radii inter Foramina in directum jacerent, quemadmodum ex verbis * conſtare poteſt. Et uſus Experimenti idem innuit. Ex abundanti placet obſervare, quòd in hoc Experimento colorata Lux ob Refractionem ſecundi Priſmatis longe minùs diffunditur ac divaricat, quàm cùm alba exiſtit; adeò ut imago ad G, vel H, ſit penè circularis; præſertim ſi Priſmata ſtatuantur parallela, & in contrario ſitu Angulorum, prout in Schemate deſignantur. Quinetiam, ſi præterea diameter foraminis *y* adæquet latitudinem Colorum, nulla erit ejuſdem coloratæ Lucis in longum diffuſio; ſed Imago, quæ à quopiam colore ad G vel H effingitur (poſitis circularibus foraminibus, & Refractione Poſterioris Priſmatis non majori quàm prioris, radiiſque ad obſtaculum quam-proximè perpendicularibus) erit planè circularis. Id quod arguit diffuſionem, de quâ ſupra egimus, non ex contagione, vel continuitate materiæ undulantis, aut celerrimè motæ, vel ſimilibus cauſis ortam eſſe, ſed ex certâ Refractionum cujuſque generis Radiorum lege. Cur autem Imago illa in uno caſu ſit circularis, & in aliis nonnihil oblongata, & quomodo diffuſio Lucis in longitudinem, in quolibet caſu pro arbitrio minui poſſit, à Geometris determinandum, & cum Experientia conferendum relinquo. Poſtquam proprietates Lucis, his, & ſimilibus Experimentis ſatis exploratæ fuerint, ſpectando radios tanquam ejus ſive collaterales, ſive ſucceſſivas partes, de quibus experti ſumus per independentiam quòd ſint ab invicem diſtinctæ; Hypotheſes exinde dijudicandæ ſunt, & quæ non poſſunt conciliari, rejiciendæ Sed leviſſimi negotii eſt accommodare Hypotheſes ad hanc Doctrinam. Nam ſi quis Hypotheſin *Carteſianam* defendere velit, dicendum eſt, Globulos eſſe inæquales, vel preſſiones Globulorum eſſe alias aliis fortiores, & inde diverſimodè Refrangibiles, & aptas ad excitandam ſenſationem diverſorum colorum. Et ſic juxta Hypotheſim *Cl* Hookii dicendum eſt, Undulationes ætheris eſſe alias majores ſive craſſiores aliis. Atque ita in ceteris. Hæc enim videtur eſſe ſummè neceſſaria lex & conditio Hypotheſium, in quibus naturalia corpora ponuntur conſtare ex quamplurimis corpuſculis

Tt 3 acer-

* *Sumpſi duos aſſeres &c.*, quæ vide pag. 283. hujus.

Num. 85. acervatim contextis, ut à diverſis lucentium corpuſculis, vel ejuſdem corpuſculi diverſis partibus (prout motu, figurâ, mole, aut aliis qualitatibus differunt) inæquales preſſiones, motiones, aut mota corpuſcula per æthera, quaquaverſum trajiciantur, ex quibus confuſè miſtis, Lux conſtitui ſupponetur. Et nihil durius eſſe poteſt, in iſtis Hypotheſibus, quàm contraria ſuppoſitio.

Ex apertura ſive dilatatione Lucis, in poſteriori facie Priſmatis, quam R. P. dixit eſſe veluti foramen, ſufficit, quòd error non emerget ſenſibilis, ſi modò aliquis emergeret. Quòd ſi Calculus juxta obſervationes præciſè ineatur, error erit nullus. Nam diametro foraminis à longitudine imaginis ſubducta, reſtabit longitudo, quam imago haberet, ſi modò foramen ante Priſma eſſet indiviſibile, ídque non obſtante præfata Lucis dilatatione in poſteriori facie Priſmatis; ut facilè oſtenditur. Deinde ex datâ illâ longitudine imaginis, ac diſtantia à foramine indiviſibili, ut & poſitione, & forma Priſmatis, & ad id inclinatione incidentium radiorum, ac angulo, quem refracti Radii ad medium imaginis tendentes, cum à centro Solis incidentibus conſtituunt, cetera omnia determinantur. Et quæ determinant Refractiones, & poſitiones Radiorum, ſufficiunt ad calculum iſtarum Refractionum ritè ineundum. Sed res non tanti eſſe videtur, ut moram inferat.

Quòd R. P. Doctrinam noſtram Hypotheſin vocaverit, non aliunde factum eſſe credo, quam quòd vocabulum uſurpavit, quod primum occurrit; ſiquidem mos obtinuit ut quicquid exponitur in Philoſophiâ dicatur Hypotheſis. Et ego ſanè non alio conſilio vocabulum iſtud reprehendi, quam ut ne invaleſceret appellatio, quæ rectè Philoſophantibus præjudicio eſſe poteſt.

Reverend. verò Patris candor in omnibus conſpicitur; indéque modus efferendi benevolentiam, qui mihi minimè convenit. Quòd tamen noſtra non diſplicent, vehementer gaudeo. Vale.

Dabam *Cantabrigiæ* 11. Junii 1672.

Hæc

Hæc reſponſio ad Reverend. Patrem IGNATIUM PARDIES mox tranſmiſſa, id effecit, ut ille die 9 Julii 1672. reſcriberet gallicè in hunc ſenſum. Ibidem pag. 5018.

Omninò mihi ſatisfecit noviſſima reſponſio à Domino NEWTONO ad meas inſtantias data. Noviſſimus ſcrupulus, qui mihi hærebat circa experimentum Crucis penitus fuit exemptus. Atque nunc planè ex Figurá ipſius intelligo, quod non intellexeram antè. Experimentum peractum cùm fuerit iſto modo, nihil habeo quod in eo deſiderem ampliùs. Rem mihi pergratam feceris, ſi ipſi ſingularem meum ingenii & doctrinæ ejus cultum conteſteris, & pro illo ſtudio maximas gratias agas, quo voluit adnotationes meas examinare, iiſque reſpondere. Præter exiſtimationem illam, quam jam antè de acumine ejus conceperam, affectus hic officioſus magnoperè me ipſi devinxit.

ART. XVII.

****

ISAACI NEWTONI

Reſponſio ad nonnullas conſiderationes in Doctrinam ſuam de Luce & Coloribus *editam ſub harum Tranſactionum* Num.80.*

DOMINE.

TIBI jam dixi, quòd, cùm conſiderationes in meam de Refractionibus & Coloribus epiſtolam à te mihi miſſas evolverem, nihil offendi, cui non facilè reſponderi poſſe putarem. Et, quanquam harum conſiderationum Auctor majori, quàm expectabam, ſtudio quandam hypotheſin complexus ſit, non tamen dubito, Tranſ. Phil 18. Menſ. Nov. An. 1672. Num. 88. pag. 5084.

* Pag. 279. hujus.

Digitized by Google

Num. 88. bito, quin idem illi conſilium ſit, quod mihi eſt. Ego quidem ſcientiam totis viribus & bonâ fide proſequor; neque incertas ſpeculationes magnifaciens, quia ſubtiliores ſunt; neque veritates indubias parvipendens, quia ſimplices ſunt & obviæ. Quibus confiſus reſponſione hac ſuam Diſſertationem * excipio.

I.

De activâ Optices parte.

Quod primum ſeſe obviam facit, mihi minùs jucundum eſt, & ideo quia tale eſt, hinc initium duco. Auctori conſiderationum placuit me reprehendere, quòd cogitationem perficiendæ Optices per Refractiones depoſuerim. Si per epiſtolam privatam me de hac re interrogare dignatus eſſet, ei narraviſſem quomodo ſucceſſerint tentamina, quæ de hoc aggreſſus ſum, & quæ ſucceſſa nunc affirmare poſſum minora fuiſſe, quàm quæ ipſemet olim expectaveram, & quæ fortaſſe, ille etiam nunc ſperat. Sed, quia ipſi libuit pro confeſſo aſſumere me hoc negotium ſine debitâ conſideratione omiſiſſe, eum remittam prioribus meis epiſtolis, quibus conſtat conjecturam iſtam eſſe prorſus fundamento deſtitutam. Etenim, quæ ibi leguntur, ad Teleſcopia, more vulgato conſtructa, ſunt referenda, & id ſibi volunt, quòd horum Teleſcopiorum perfectio expetenda non eſt ex aptiore vitrorum figurâ, ut arbitrabantur Optici. Non autem deſperavi ea perfici poſſe, ſi aliter conſtruerentur; quâ de cauſâ cavi ne quid infererem, quod contrarium innuere poſſet. Nam, quamvis Refractiones quæ ſe, aliæ alias, excipiunt, & quæ eaſdem partes verſùs fiunt, neceſſariò majores reddere debeant errores primæ Refractionis; attamen fieri poſſe videbatur, ut, contrariis Refractionibus, inæqualitates adeò ſeſe mutuò corrigerent, ut earum differentia certæ Regulæ ſubmitteretur; quod ſi concinnè perageretur, nulla difficultas ſupereſſet. Eo conſilio ad trutinam revocavi quid perfici poſſet, non ſolis vitris, ſed præcipuè coagmentatione diverſorum mediorum ſibi ſuccedentium, puta, duobus aut pluribus vitris vel cryſtallis, quibus interjecta eſſet aqua, vel

* Supervacaneum duximus Diſſertationem hanc de verbo ad verbum hic referre, quia in reſponſionis contextu ſunt præcipua capita ad Reſpondentem ſpectantia.

NEWTONI Reſponſio ad objectiones aliquas.

vel alius liquor; quæ omnia ſimul fungerentur vice unius vitri, præſertim objectivi; nam ex objectivorum conſtructione inſtrumenti perfectio maximè pendet. Quod autem compererim meditando, aut periculis à me factis, id evulgandi meliorem fortaſſe occaſionem offendam.

Aſſeritur, quòd Radii minùs accuratè unum idémque punctum verſùs à concavâ ſuperficie reflectuntur, quàm à convexâ refringuntur; cui aſſertioni aſſentire nequeo; neque concedere valeo in breviorem lineam ſe extendere poſterioris quàm prioris Focum. Contrarium potiùs verum eſſe intelliges ex adnexâ Tabellâ, quæ accommodata eſt tum ſuperficiei concavæ reflectenti, tum convexæ refringenti. Suppono autem eas habere hiatus æquales, & Radios parallelos colligere ad æqualia ab earum Verticibus intervalla; quæ intervalla ſi dividantur in quindecim millia partium, earum ſexaginta millia continebit Sphæræ concavæ diameter, at convexæ decem millia. Suppono etiam Sinus Incidentiæ & Refractionis eſſe, numeris rotundis, ut 2 ad 3. Iſta verò Tabella, quam ſubdo, oſtendit quantùm Radii exteriores, pro variis hiatibus, à primario eorum Foco aberrent.

Hiatuum Diametri.	Axis Partes interceptæ inter Vertices & Radios.		Errores Per	
	Reflexi	Refracti	Reflexionem	Refractionem
2000	$14991\frac{2}{3}$	14865	$8\frac{1}{3}$	135
4000	14966	14449	33	551
6000	14924	13699	76	1301
8000	14865	12475	135	2525
10000	14787	9472	213	5528

Unde percipere potes, quòd tantùm abeſt ut errores geniti à convexâ ſuperficie refringente minores ſint, ut potiùs ſexdecim vicibus majores ſint quàm ſimiles errores à concavâ reflectente

Num. 88. producti, præſertim quando hiatus ingentes ſunt; & inſuper in hac computatione nullatenus ſpectavi ad heterogeneam Lucis conſtitutionem. Itaque, quantumvis harum Animadverſionum Auctor contraria ſupponens, Reflexiones tanquam Opticæ promovendæ minùs utiles rejiciat; ego tamen hac aliiſque de cauſſis illas in ſpeculatione Refractionibus anteferre debeo.

Utrùm Parabolæ deſcriptio difficilior ſit deſcriptione Hyperbolæ, & Ellipſeos

- - - adhuc ſub Judice lis eſt,

ſed non video quòd omnino neceſſarium ſit aut harum aut illius deſcriptiones moliri. Nam, ſi Metallo accuratè induci poteſt figura ſphærica, tanta habebuntur Specula, quanta unquam probè perpoliri poſſint. De dioptricis autem Teleſcopiis, jam dixi quòd tota difficultas verſatur, non in vitri figurâ, ſed in Refractionum inæqualitate; quæ ſi abeſſet, docere poſſem remedium melius & facilius, quàm uſus Sectionum conicarum.

II.

De parte theoreticâ.

Hactenus de activâ, ſeu practicâ Optices parte. Nunc examen aggredior conſiderationum ad meas theorias pertinentium. Sed in illis nihil aliud facit Auctor, quàm hypotheſin non meam mihi tribuere; pugnare pro hypotheſi, cujus præcipua pars contra me non facit; concedere maximam partem aſſertionum, quæ in meâ Diſſertatione continentur, dummodo per ejus hypotheſin explicentur; & negare nonnulla, quæ vera ab experimentis declarantur.

III.

De hypotheſi mihi per errorem tributâ.

De hiſce omnibus ordine diſputabo. Et primò quidem de hypotheſi, quam mihi adſcribit his verbis: *Aſt, receptâ primâ ejus ſup-*

Digitized by Google

Newtoni Reſponſio ad Objectiones aliquas.

ſuppoſitione, quòd Lux eſt corpus, & quòd quot in eâ ſunt Colores aut gradus, tot eſſe poſſunt corpora; quæ omnia ſimul compoſita gignunt Albedinem, &c. En, ut videtur, id quod accipit pro meâ hypotheſi. Verum quidem eſt, quòd ex meâ Theoriâ arguo Lucem eſſe corpus; at id non incunctanter aſſero, ut innuit verbum *fortaſſe*; id propono, ad ſummum, tanquam probabile doctrinæ meæ conſectarium, non tanquam hypotheſin quâ, velut fundamento, doctrina ſtabiliatur, quinimo nec tanquam doctrinæ partem; quæ omnino ſuperioribus Propoſitionibus continebatur. Et ſanè miror objectionum Auctorem, me tam parvæ memoriæ credere potuiſſe, ut, cùm perquam aſſeveranter Theoriam meam aſſeruiſſem, deinde ſuppoſitionem ipſam, quâ Theoria tota nitebatur, vix exili *fortaſſe* fulciverim. Si talem aliquam hypotheſin adoptaſſem, id alicubi pateſeciſſem; At ſciebam illas, quas palàm faciebam, Lucis proprietates aliquatenus explicari poſſe non ſolùm hac, ſed pluribus aliis mechanicis hypotheſibus; & ideo eas omnes vitare decrevi, & de Luce loquens verbis uti generalibus, eam abſtractè conſiderans, ut nonnihil, quod ex lucidis corporibus quoquoverſum per rectas lineas propagatur, non determinans quid id eſſet; an confuſa diſſimilium poteſtatum miſtura, an ens quodcunque. Eâdem ratione de Coloribus verba facere decrevi juxta ſenſuum teſtimonia, tanquam ſi, etiam nullâ ad nos habitâ ratione, eſſent Lucis proprietates. Attamen juxta hypotheſin mihi tributam, eos potiùs conſiderare debuiſſem tanquam Senſationum modificationes, quas in Mentem excitant varii motus, figuræ, & magnitudines corpuſculorum Lucis variis modis mechanicè Senſuum organa percellentium; & ſic locutus in eo loco ſum, in quo diſputo utrùm Lux ſit corpus.

At demus me hanc hypotheſin propoſuiſſe; ſanè non video, cur Objectionum Auctor tantoperè illam deſtruere laboret: Certè enim majorem habet affinitatem cum ejus hypotheſi, quàm ipſe animadvertere videatur; ſiquidem ætheris vibrationes æquè utiles ac neceſſariæ in utrâque ſunt. Nam, ſupponamus Radios Lucis eſſe corpuſcula quoquoverſum à fulgentibus ſubſtantiis ejaculata; hæc, cùm in ſuperficiem, ſive refringentem, ſive reflecten-

Num. 88. tem impingunt, neceſſariò debent in æthere vibrationes excitare, prorſus ut Lapides in aquâ, cùm in eâ projiciuntur. Quæ, ſi ſupponantur nunc magis nunc minùs profundæ vel craſſæ, prout excitantur à Radiis iſtis corpuſcularibus majori minoríve magnitudine vel celeritate præditis, quàm utiles ſint ad explicandam Reflexionis Refractioníſve rationem; Caloris productionem è Solis Radiis; emiſſionem Lucis è ſubſtantiis ardentibus, putreſcentibus, aliíſque, quarum partes vehementer agitatæ ſunt; phænomena pellucidarum lamellarum, bullarúmque, & omnium naturalium corporum; viſionis rationem; Colorum differentiam, eorúmque harmoniam & diſcordiam; quàm, inquam, ad hæc omnia explicanda conducant vibrationes, cogitandum iis relinquo, qui operæ pretium ſe facturos putabunt, ſi ex hac hypotheſi phænomenorum rationem reddiderint.

IV.

De Auctoris hypotheſi, déque aptitudine, quam hæc & omnes aliæ mechanicæ hypotheſes habent ad ſe meæ Doctrinæ accommodandas.

Secundò affirmavi, quòd præcipua pars hypotheſis ab Auctore propugnatæ, contra me non facit. Hæc præcipua hypotheſis eſt; *quòd corporum partes, vehementer & celeriter agitatæ, in æthere vibrationes cient, quæ ex his corporibus quoquoverſum per rectas lineas propagantur, & Lucis ſenſationem concitant imum Oculum ferientes & impellentes, ferè ut vibrationes in aëre commotæ excitant ſoni ſenſationem feriendo auditûs organum.* Nunc maximè naturalis & genuina hujus hypotheſis traductio ad explicanda phænomena eſſe videtur in hunc modum; quòd, nimirum, agitatæ corporum partes, pro variis, quibus præditæ ſunt, magnitudinibus, figuris, & celeritatibus, æther commovent vibrationibus diverſarum profunditatum aut magnitudinum, quæ promiſcuè per medium ad Oculos noſtros uſque propagatæ, nos albæ Lucis ſenſatione afficiunt; ſi autem aliquo pacto vibrationes inæquales dif-

Digitized by Google

diſgregentur, ampliores quidem, Coloris rubri; minores ſive breviores, violacei ſaturi; & quæ inter has mediæ ſunt, intermediorum Colorum ſenſationem excitant; ferè prorſus ut corpora pro diverſis magnitudinibus, figuris, & motibus aerem vibrationibus diverſarum magnitudinum concutiunt, è quibus graviores aut acutiores ſonitûs toni, pro harum magnitudinum ratione exoriuntur. Quòd ampliores vibrationes magis aptæ ſunt ad ſuperandam refringentium ſuperficierum reſiſtentiam, & ideo, dum per eas tranſmeant, minores patiuntur Refractiones; quapropter vibrationes magnitudine diverſæ, id eſt, Radii diverſimodè colorati, qui in Luce miſti ſunt & confuſi, ab invicem Refractione ſeparari debent, & ortum dare phœnomenis, quæ in Priſmatibus atque aliis refringentibus corporibus perſpiciuntur. Et quòd à diverſis lamellarum translucentium bullarúmve profunditatibus, pendet, utrùm vibrationes à remotiori ſuperficie reflectantur, ſive tranſmittantur; ita ut pro numero vibrationum, quæ inter duas ſuperficies fiunt, reflectantur, ſive tranſmittantur ad plures ordine profunditates. Et, quoniam vibrationes, quæ cæruleum & violaceum Colorem efficiunt, ſuppoſitæ fuerunt breviores illis, quæ rubeum & flavum progignunt, ad minorem lamellæ craſſitiem reflecti debent: quod ſufficit ad explicanda omnia vulgaria phænomena harum laminarum, bullarúmve, & omnium naturalium corporum, quorum partes pro totidem laminarum fragmentis haberi quodammodo poſſunt.

NEWTONI Reſponſio ad Objectionas aliquas.

Atque hæ perquam planæ, genuinæ, & neceſſariæ leges hypotheſis videntur. Et adeò benè meæ Theoriæ aptantur & cum eâ conſentiunt, ut, ſi animadverſionum Auctor applicationem facere putat operæ pretium, verendum ei non ſit, ne ſuam hypotheſin ideo relinquere cogatur. Quomodo autem eam ab aliis difficultatibus defenſurus ſit, ſanè neſcio; mihi quidem abſurda videtur hypotheſis, quâ, veluti fundamento, cetera nituntur; quòd, ſcilicet, undæ ſive vibrationes cujuſcunque fluidi poſſint, ut Lucis Radii, per lineas rectas propagari abſque eo quòd ſine intermiſſione, & certâ regulâ ſeſe extendant & vim exerceant quoquoverſum in quieſcens medium, à quo circumcluduntur; aut contrarium vel experientiâ vel demonſtratione poteſt oſtendi,

Num. 88. aut ego fallor. Quòd verò attinet ad ceteras duas vel tres hypotheſes, de quibus meminit, ſatius duco illas credere ſimilibus incommodis obnoxias, quàm ſuſpicari deteriorem ab Auctore adoptatam fuiſſe.

Quæ de hac hypotheſi dixi, facilè ad quamcunque aliam mechanicam accommodare licet, in quâ Lux progigni ſupponatur ex preſſione aut motu quolibet, qui in æthere ab agitatis lucidorum corporum partibus excitatur; nam, fieri non poſſe videtur, ut aliqua ex hiſce motionibus preſſionibúſve per rectas lineas propagetur, & medium umbroſum illas hinc inde circumcludens quoquoverſum, ut dixi, non propellatur. Siquis tamen hoc accidere poſſe arbitratur, ſaltem fateri debet, quòd motus iſti vel conatus ad motum in æthere producti à diverſis cujuſvis lucidi corporis partibus, quæ magnitudine, figurâ, & agitatione differunt, debent eſſe inæquales: Hoc autem ſufficit, ut Lux, juxta quamlibet ex hiſce hypotheſibus, denominetur Aggregatum ex *Radiis diſſimilibus.* Et, ſi primigeniæ iſtæ inæqualitates efficere poſſunt ut Radii Colore & Refrangibilitate differant, non video cur ii, qui alicui ex his hypotheſibus adhærent, quærant alias horum effectuum cauſſas, niſi, (ut Auctoris utar argumento,) *velint Entia ſine neceſſitate multiplicare.*

V.

De iis, quæ obſervationum Auctor concedit, & ad ſuam hypotheſin coarctat.

Conſideranda *tertio loco* venit lex, quam animadverſionum Auctor conceſſionibus ſuis apponit; quòd nempe explicanda mihi eſt Theoria mea per hypotheſin ſuam; ſi enim illi in re iſtâ morem gerere vellem, vix, ac ne vix quidem diſſentiremus. Siquidem dat, quòd Radii, nullâ habitâ diverſarum Incidentiarum ratione, diverſas patiuntur Refractiones; ſed hoc explicari vult, non per diverſas diverſorum Radiorum Refrangibilitates, ſed per æthereorum pulſuum diviſionem rarefactionémque. Dat tertiam, quar-

Digitized by Google

quartam, & ſextam ex meis Propoſitionibus; quarum ſententia eſt; quòd ſimplices Colores omnis mutationis omninò ſunt expertes, compoſiti verò mutari poſſunt, ſed ſolùm eos reſolvendo in Colores, è quibus compoſiti ſunt; & quòd mutationes omnes, quæ Coloribus induci poſſunt, tantùm oriuntur à diverſis eorum miſturis & ſeparationibus. Sed hæc dat eâ lege, ut Colores explicem per duo unius pulſûs diviſi latera, & ſic illos ad duo omnino genera redigam, cunctis aliis Coloribus habitis pro variis horum duorum gradibus & miſturis. Dat inſuper, quòd Albedo conficitur ex omnibus Coloribus coaleſcentibus; ſed tunc fateri debeo id non ſolùm effici horum Colorum miſtione, ſed etiam unione partium Radii, qui nuper diviſus ſupponebatur.

NEWTONI Reſponſio ad Objectiones aliquas.

Si ad iſtarum explicationum diſcuſſionem procedere vellem, arbitror, quòd non difficulter monſtrare poſſem, non tantùm eas non ſufficere, ſed aliquatenus, quod ſaltem ad me ſpectat, intelligi non poſſe. Etenim, quamvis facilè intelligam, quomodo motio dilatari & extendi poſſit, aut quomodo motiones parallelæ fieri poſſint divergentes; attamen intelligere nequeo, quo artificio motio linearis à refringente ſuperficie valeat in infinitum dilatari & rarefieri, ita ut in ſuperficialem degeneret: Et, hoc ſuppoſito, non magis intelligo, quomodo tantùm dividatur in tam exiguum angulum, neque potiùs extendatur & diſpergatur per totum Refractionis angulum. Præterea, quamvis mihi facilè liceat intelligere quo pacto diſſimiles motiones ſeſe mutuò decuſſare & interferere poſſint; tamen benè intelligere non valeo, quomodo in unam eandémque uniformem motionem coaleſcere poſſint, ac deinde rurſum ſeparari, & priſtinam diſſimilitudinem recuperare; Veruntamen conjicio quibus rationibus obſervationum Auctor hæc explanare ſit tentaturus. Item, quòd directus, uniformis, & non perturbatus pulſus Refractione dividi & perturbari poſſit; ſed obliquus & perturbatus perſiſtat, & ſequentibus Refractionibus non dividatur, neque magis ac magis perturbetur, mihi quidem intelligere non magis licet, quàm cetera; nec Colorum numerus magnâ difficultate caret, ut infra videbimus.

Digitized by Google

Num. 88.

VI.

Quòd nullâ hypotheſi limitare aut explanare meam doctrinam neceſſe eſt.

Sed, quæcunque demum ſint hujus hypotheſis commoda vel incommoda, mihi, ſpero, ab iis perpendendis abſtinere licebit, quòd meam doctrinam nullâ explicatione mutuatâ à quacunque hypotheſi indigere opinor. Etenim, ſi Lux abſtractè, & nullâ cujuſlibet hypotheſis ratione habitâ, conſideretur, facilè poſſum intelligere, quòd diverſæ corporis lucidi partes emittunt Radios diverſis Coloribus, aut aliis qualitatibus præditos Lucem conſtituentes, ut diverſæ partes chordæ falſæ ſive inæqualis, aut aqua inæqualiter agitata in rivo ſive cataractâ, aut diverſi tubi, quibus Organum pneumaticum conſtat, uno eodémque tempore inflati, aut omnia, quotquot ſunt, ſonantia corpora ſimul edunt ſonos diverſorum tonorum, qui promiſcuè & confuſè per aerem propagantur. Et, ut, ſi adeſſent naturalia corpora valentia reflectere ſonos certi cujuſvis toni, & ceteros reſtinguere vel tranſmittere, tunc Echo confuſam omnium Tonorum congeriem in certum illum Tonum converteret, cui reflectendo corpus reſonans idoneum eſt; ſic, (quoniam, concedente ipſo animadverſionum Auctore, dantur corpora apta ad reflectendos Radios certi cujuſdam Coloris, & ceteros aut reſtinguendos aut tranſmittendos,) poſſum facilè intelligere, quòd hæc corpora, ſi omnibus Coloribus permiſtis irradientur, illo ſolo, quem reflectent, Colore imbuta apparebunt.

Objectionum autem Auctorem difficultates in hæc innuentem, dum, neſcio quid, dicit de fidium antequàm percutiantur, aut aeris ſonitu in Organorum pneumaticorum follibus, antequàm ad Tubos perveniat, non magis intelligo, (fatendum enim eſt,) quàm ſiquis loqueretur de Luce in lignis antequam ſuper focum reponerentur, aut in oleo, quod Lucerna continet, antequam, ad flammam alendam, in ellychnium aſcenderet.

VII.

NEWTONI Reſponſio ad Objectiones aliquas.

VII.

Difficultates, quæ in obſervationum Auctoris diſſertatione occurrunt, ab hypotheſibus abſtrahuntur, & generaliùs ponderantur.

Vides igitur quàm alienum ab incœpto ſit de hypotheſibus diſputare. Quapropter, denique, ex animadverſionum Auctoris diſſertatione difficultates excerpam, & eas, nullâ hypotheſium habitâ ratione, in genere conſiderabo. Illæ autem ad haſce tres Quæſtiones omnino redigi poſſunt.

Primò. *Utrùm inæquales Refractiones, quæ accidunt, quæcunque demum ſit Incidentiarum inæqualitas, oriantur à diverſâ diverſorum Radiorum Refrangibilitate; vel à diviſione, extenſione, aut ſeparatione ejuſdem Radii in divergentes partes?*

Secundò. *Utrùm omnino ſint duo Colorum genera, vel plura?*

Tertiò. *Utrùm Albedo ſit omnium Colorum permiſtio?*

VIII.

Quòd Radii non dividuntur neque aliter dilatantur,

Harum Quæſtionum *primam* ſuperiùs experientiâ definitam invenire potes; quæ eò ſpectat, ut demonſtretur longitudinem imaginis coloratæ non oriri neque ex vitri inæqualitate, neque ex aliâ pravitate fortuitò Refractiones deformante. Quarum pravitatum fortuitarum, nullam novi, quæ faciliùs in mentem veniat, quàm fortuita Lucis diviſio aut extenſio illi ſimilis, quam CARTESIUS deſcribit in ſuo libro de *Æthereis Refractionibus* Cometæ caudam explicaturus, aut quam nunc animadverſionum Auctor produci ſupponit à diviſione vel rarefactione pulſuum ſuorum æthereorum. Quò harum pravitatum ſuſpicionibus obviam irem, dixi, quòd ad contrarias partes duobus Priſmatibus, quorum unum poſt aliud poſitum erat, Lucem refregeram, eo conſilio, ut ſecundum Priſma deſtrueret quidquid primum juxta Naturæ leges effecerat, & palàm faceret quidnam fortuitò accideret, repetitis nem-

Num. 88. nempe Refractionibus hæc adventitia augentibus. Nunc, ſi, inter cetera, primum Priſma disjunxiſſet ac diſcidiſſet quemque Radium in indefinitum divergentium partium numerum, ſecundum Priſma pariter ſingulas haſce partes in totidem indefinitos numeros iterum diſtraxiſſet & diſcerpſiſſet, quâ re Imago magis adhuc fuiſſet dilatata, contra eventum. Id autem accidere debuiſſet, quia hæ lineares divergentes partes aliæ ab aliis, quod ad Refractionem attinet, non pendent, ſed earum quælibet eſt æquè verus & perfectus Radius, ac totus ille antequam in vitrum incideret, ut perſpicies, ſi ſingulos ſeorſum intercipias.

Quàm rationi conſona ſint hæc, meliùs fortaſſe tibi apparebit, poſtquam, præter jam relata, ſingulatim enarravero, quòd aliquoties ſecundum Priſma primo tranſverſum collocavi, ſic periculum facturus, utrùm oblonga Imago redderetur quadrata ob Refractiones quæ eunt tranſverſæ iis, quæ Imaginem rotundam in oblongam produxerant. Nam, ſi, inter alias fortuitas pravitates, primi Priſmatis Refractio Radium linearem dividens illum in ſuperficialem diſtraxiſſet; Refractiones ſecundi Priſmatis ad prioris oppoſitas partes factæ, debuiſſent, iterum dividendo, hunc ſuperficialem Radium in ſolidum pyramidalem dilatare & diducere. Sed aliter, ſe rem habere, facto periculo, comperi; Imago ſiquidem æquè accuratè oblonga erat ac ante, ſed ad ambo Priſmata angulo quadraginta quinque graduum inclinabatur.

Etiam tentavi, quid efficeretur Priſmate alios ſitus obtinente, ejus extremitates in orbem agens circa meditullium; & nunquam aliquid præter ſolitum obſervavi. Imago ſemper ad utrunque Priſma erat ſimiliter inclinata; & ejus latitudo Solis diametro reſpondebat, longitudo autem modò major, modò minor, prout Refractiones magis ſeſe mutuò adjuvabant, vel deſtruebant.

His obſervationibus liquet, quòd, quoniam Imaginis latitudo non augebatur ab oppoſitis ſecundi Priſmatis Refractionibus, Refractio confecta fuerat ſine Raddii diviſione aut dilatatione; & ideo fatendum eſt, quòd ſaltem Lux, quæ in hoc Priſma inciderat, erat congeries quædam Radiorum *inæqualiter refrangibilium* eo ſenſu, quo ego verba hæc accipio. Et, quoniam Imago erat ad ambo

ambo Priſmata æqualiter inclinata, & idcirco ſimiles utriuſque Refractiones, hinc conficitur, quòd eæ fiebant juxta eandem conſtantem Legem, ſine ullâ fortuitâ pravitate. NEWTONI Reſponſio ad Objectione aliquas.

IX.

Quòd Colores primigenii ſunt plures, quàm duo.

Ut *ſecunda* Quæſtio ſolvatur, Auctor animadverſionum affert periculum inſtitutum duabus pixidibus cuneatis, de quo mentionem facit acutus HOOKIUS in *Micographiâ* ſuâ *Obſerv.* 10. *pag.* 73. Volebat autem hoc pacto Colores omnes extundere è duobus ſimul permiſtis. Sed duplici vitio exemplum hoc laborare videtur. Non enim conſtat, quòd in hoc tentamine Colores omnes ex duobus prolati ſint; neque, ſi id conſtaret, hinc conficeretur quod concludere volebat Auctor.

Non omnes Colores à duobus hoc experimento progigni, vel hinc liquet, quòd tinctura Aloes, quæ horum Colorum unum præbebat, ubique non erat ſimiliter Colorata, ſed ad vaſculi aciem flava apparebat, & rubea in locis aliis, in quibus altior erat, atque ſuppeditabat diverſos omnes Colores, quotquot ſunt à flavo diluto ad rubeum ſaturum aut coccineum uſque, pro variis liquoris craſſitudinibus. Eodem pacto ſolutio Cupri, quæ alterum Colorem præſtabat, diverſis cæruleis & indicis infecta erat. Ita ut non duo Colores, ſed quamplures ad aliorum generationem adhibiti fuerint. Sic, exempli gratiâ, ad effingenda omnia viridium genera diverſi Flavedinis gradus cum cæruleo diluto miſcebantur; atque elementa Purpuram componentia erant Colores coccineus atque cæruleus ſatur.

Jam ſi Auctor animadverſionum contenderet varios illos rubeos flavóſque, quibus pictus erat liquor unus, nec non cæruleos indicóſque, quibus alter erat illitus, eſſe non Colores diverſos, ſed potiùs unius ejuſdémque Coloris gradus; id ſanè foret ſibi pro conceſſo illud ipſum aſſumere, de quo diſputatur: Neque difficilius dare poſſim, quòd Triemitonium, vel Tertia minor, & Di-

 tonum,

Digitized by Google

Num. 88. tonum, vel Tertia major; ſive Hexachordum minus, vel Sexta minor, & Hexachordum majus, vel Sexta major, quarum uſus eſt in Harmonicis frequens, ſunt non duo ſoni diverſi, ſed potiùs gradus unius ejuſdémque ſoni. Sanè multò ſatius mihi videtur Senſibus credere, qui monent rubeum & flavum duos eſſe Colores differentes, & philoſophicam Quæſtionem inſtituere, quomodo liquor idem, pro variis craſſitudinibus, apparere valeat modò hujus, modò illius Coloris; quàm eos accipere pro eodem Colore, quia ab eodem liquore miniſtrantur. Quæ ratio ſi ſufficeret, cæruleus & flavus pro eodem Colore forent habendi, ſiquidem ambo in ligni nephritici tincturâ perſpiciuntur. Quòd autem ſint duo Colores, meliùs, meâ quidem ſententiâ evincitur ratiocinio. Etenim Aloes tinctura ita naturâ comparata eſt, ut præ omnibus facillimè tranſmittat Radios rubro Colore inditos, difficillimè verò Radios violaceo præditos, & faciliùs difficiliùſve Radios intermediis Coloribus infectos. Itaque liquor hic, ubi valdè exilis eſt, ſatìs virium habere poteſt, ut quamplurimos Radios violaceos intercipiat, quanquam quamplurimos ex diverſimodè coloratis tranſmittat; qui Colores omnes commiſti medium quendam, videlicet flavum languidiorem, debent componere. Sed, ubi adeò craſſus eſt, ut plures cæruleos & virides intercipiat, reliqui virides, flavi, & rubei aureum conflare debent. Quando autem liquoris craſſitudo tanta eſt, ut perpauci Radii illum transjicere poſſint, præter rubeos, liquor ipſe Colorem hunc ducere debet; & quidem eò magis ſaturum & obſcurum, quo craſſior eſt liquor. Eadem intelligenda ſunt de pluribus cærulei gradibus, quos exhibet cupri ſolutio, quæ ſcilicet apta eſt ad facillimè intercipiendos Radios rubeos, & tranſmittendos Radios cæruleo ſaturo, vel indico Colore imbutos.

Sed, ponamus, quòd omnes Colores, ſecundùm hoc experimentum, ex horum duorum permiſtione producere liceat; non tamen hinc conficitur duos iſtos tantùm eſſe primigenios Colores; ídque duplicem ob rationem; Prima eſt, quòd hi duo non ſunt Colores primigenii, ſed ex aliis compoſiti; nullus etenim eſt in rerum naturâ liquor, corpus nullum, cujus Color diurnæ Luci expo-

expoſitus omninò ſimplex ſit. Secunda verò eſt, quòd quamvis hi duo eſſent primigenii, & quamvis reliqui omnes ex hiſce duobus componi poſſent, non ideò ſequeretur, quòd obtineri alio pacto nequirent. Jam enim dixi Colores duas habere origines; cùm Color, qui, ſenſu judice, unus idémque videtur, ſit aliquando ſimplex, aliquando compoſitus; & ſatìs perſpicuè docui in *Propoſitionibus tertiâ* & *quartâ*, atque in *Concluſione*, quænam eſſent proprietates, quibus hæc duo Colorum genera, aliud ab alio, diſcernere liceret. Sed, quia nonnulla me ad credendum inducunt, quòd non benè intellecta ſit hæc diſtinctio, illam iterum explicabo, & exemplis planiorem faciam.

NEWTONI Reſponſio ad Objectiones aliquas.

Colores illi primigenii ſunt, qui nullo artificio mutari poſſunt, & quorum Radii omnes ſimiliter refrangibiles ſunt: Compoſiti autem Colores ſunt illi, qui in alios converti poſſunt, & quorum Radii non ſunt omnes ſimiliter refrangibiles. Exempli gratiâ, ut dignoſcas utrùm Color, quo viride quoddam objectum imbutum eſt, ſit compoſitus, necne; objectum illud tranſpice per Priſma, & ſi confuſum vides, ejúſque extremitates cæruleo, flavo, aliíſve differentibus Coloribus pictas, viridis ille Color compoſitus eſt ex Coloribus, qui circa extremitates emergunt. Sed ſi vides diſtinctum, probè terminatum, & extremitatibus omnino viridibus circumcluſum, nullo alio emergente Colore; viridis ille Color ſimplex eſt & primigenius. Eodem pacto, ſi refractus Lucis Radius in parietem album incidens viridem Colorem exhibet, noſces utrùm Color ſit compoſitus, ſi Radium interpoſito Priſmate refringas; nam, ſiquam percipis diſſimilem Refractionum rationem, & ſi viridis Color migrat in cæruleum, flavum, aut quoſvis alios, hinc licet colligere illum compoſitum eſſe ex his, qui ſic apparent. Si verò Refractiones omnes uniformes ſunt, & ſi viridis Color nullam prorſus patitur mutationem, primigenius eſt atque ſimplex. Primigenium autem ſimplicémque ejuſmodi Colorem viridem appello, quia talis Color hiſce proprietatibus præditus nullâ aliorum Colorum admiſtione produci poteſt.

Nunc, ſi duo viridia objecta Oculo nudo inſpecta ejuſdem Coloris videri poſſunt; quanquam alterum viſum per Priſma ap-

Num. 88. pareat confuſum aliiſque Coloribus variegatum circa extremitates, alterum verò diſtinctum & omnino viride: & ſi dari poſſunt duo Lucis Radii, qui, album parietem incidentes, nudum Oculum eodem Colore percellunt; quorum tamen alterum tranſmiſſum per Priſma ſimiliter eâdémque ratione refringatur, atque priſtinum Colorem ipſiſſimum retineat, alterum verò diſſimiles patiatur Refractiones & in plures alios Colores divaricet: dabitur, opinor, duos hoſce virides Colores differentem habere tum originem tum ſtructuram. Et ſi, Colores miſcendo, nunquam componere licet viridem iis proprietatibus præditum, quibus gaudet immutabilis ille viridis, hunc, puto, appellare fas eſt Colorem ſimplicem, præſertim cùm ejus Radii ſimiliter refrangibiles & omnino uniformes ſint.

Eadem via ineunda eſt cùm perpenditur utrùm rubeus, aureus, flavus, cæruleus, & quivis alius Color compoſitus ſit, necne. Atque, ut obiter dicam, quoniam omnia, quæ alba cernuntur, viſa per Priſma, confuſa & coloratis finibus circumſcripta conſpiciuntur, patet, quòd Color albus, juxta diſtinctionem quam ſtatuimus, compoſitus ſemper eſt, ut & complures alii Colores, quia valde confuſi ſunt, & Refractionibus mutabiles.

Hæc anſam præbent tibi enarrandi quâ ratione perfici valeant Microſcopia per Refractionem; ſi nimirum id, quòd obſervandum venit, in obſcurato cubiculo poſitum, irradietur Luce præditâ idoneo aliquo Colore non admodum compoſito; hoc enim pacto Microſcopium ſine confuſione majores Lentium diametros & latiores hiatus admittet, præcipuè ſi conſtructa ſint eâ ratione, quam mox tradam; nam vulgaria hinc non multum æmolumenti caperent.

X.

Quòd albus Color ex omnibus aliis miſtis conſtat.

Supereſt nunc, ut *tertiam* Quæſtionem ponderemus, utrùm ſcilicet Color albus ſit homogeneus, an heterogeneus, & ex aliis omni-

omnibus compoſitus? Experimentum, quod ad eam perſolvendam attuleram, animadverſionum Auctor putat aliter explicari poſſe, & idcirco nihil probare. Sed ſibi ipſe facilè ſatisfacere potuiſſet tentando quidnam ab omnium Colorum miſturâ conficeretur. Quinimo experimentum ipſum à me relatum ei ſatisfeciſſet, ſi pluribus modis illud excuſſiſſet. De uno ego loquutus fueram, cujus rationem nullam ab eo habitam video, quòd nempe ſiquis Color prope Lentem intercipiatur, albus in alios degenerabit: ſi Colores omnes, præter rubeum, intercipiantur, unicus ille rubeus in puncto, ubi Radii concurrunt aut ſe decuſſant, album non conſtituet, ſed æquè rubeus, ac ante permanebit; atque idem dicendum eſt de ceteris Coloribus. Itaque oſtendendum eſt, non ſolùm quomodo Radii, qui, antequam coirent, exhibebant Colores, ubi concurrunt, album ſuppeditent; ſed etiam, quomodo, in eodem loco, in quo ſingula Radiorum genera ſeorſùm ſingulos Colores ſubminiſtrabant, omnes ſimul confuſi album efficiant. Exempli cauſâ, ſi Color rubeus ſolus primùm in papyrum tranſmittatur ad concurſûs locum, atque deinde alii Colores ſuper rubeum hunc injiciantur, quærendum erit utrùm hi Colores rubeum in album convertant ideo tantùm, quòd cùm eo miſcentur, eo pacto, quo cærulea Lux ſuper flavam cadens ponitur viridem componere? Vel, utrùm major quædam mutatio fiat in Coloribus, dum in ſe mutuò agunt, donec, ut contrariæ *Peripatheticorum qualitates*, ſimiles evadant? Quiſquis hoc ultimum per leges mechanicas explicare volet, duas abſurditates ſuperandas offendet. Etenim primò debet oſtendere, quomodo plures diſſimiles motiones colliſione ita in ſe invicem agant, ita mutuò ſe mutent, ut in unam eandémque uniformem coaleſcant; ſecundò, quo pacto uniformis motio valeat, nullâ inæquali impreſſione ſuperveniente, ſemet ipſa ſeparare in quamplurimas motiones certâ ratione inæquales. Et præterea me docere debet, quomodo omnia, quæ Oculis percipiuntur, eundem Colorem non ducant; ideſt, quomodo Colores in aere, ubi Radii à corporibus quoquoverſùm emiſſi perturbatè miſcentur, ſimiles non evadunt antequam ad Spectatoris Oculum perveniant.

NEWTONI Reponſio ad Animadverſ. quaſdam.

Quòd

Google

Num. 88. Quòd ſi reſtaret aliquis dubitandi locus, ſatius eſſet quæſtionis ſolutionem permittere experimento aliis rationibus tentato, quàm aſſentiri explicationibus ab hypotheſi ductis, & quæ, ut maximè, veræ eſſe poſſunt. Exempli gratiâ tentetur quam ſpeciem induant hi Colores, dum ſe quamcitiſſimè conſequuntur. Quod facilè perficere licet, ſi nempe celeriter convertatur rota pluribus radiis ſive dentibus circa perimetrum inſtructa, quorum interſtitia & craſſitudines ſint æquales, latitudines autem tantæ, ut, rotâ inter Priſma & album Colorum concurſum poſitâ, Colorum dimidium à radiis vel dentibus intercipiatur, dimidium per inteſtitia tranſeat. Rotâ ſic diſpoſitâ, eam principiò lentè convertes, ut videas Colores omnes unum poſt alium cadere in eandem partem papyri collocatæ ad eorum concurſum; deinde rotæ motum accelera donec Colores ſe tam citò conſequantur, ut ſingulos ſeorſum videre nequeas; & Color hinc exſurgens erit albus omnino ſimilis illi, quem exhibet non refractus Lucis Radius, quando eâdem ratione per vices interrumpitur radiis vel dentibus rotæ circumvolutæ. Quòd autem Color ille albus originem ducat ex Colorum ſibi ſuccedentium miſturâ, & nullo pacto ad ſimilitudinem redactorum, certo certius eſt; niſi fortè quæ eodem tempore non exiſtunt, tamen poſſunt mutuò in ſe agere.

Adſunt etiam aliæ veritatis detegendæ & in aperto ponendæ rationes; puta, reſpiciendo albam Colorum coalitionem per alterum Priſma Oculis quampropiùs admotum, eorúmque originem perpendo; quod fiet, ſi quis aliquem Colorem intercipiat prope Lentem antequam ad album perveniat; tunc enim Color interceptus deſiderabitur inter eos, quos ſecundum Priſma Albedini ſuperinduxerat. Jam, ſi Radii, qui deſunt, ſunt illi ipſi, qui intercipiuntur, fatendum eſt Radios à ſecundo Priſmate non imbui novis Coloribus, quos videlicet non haberent antequam in papyro coirent. Et hoc ſatis argumenti eſt, quòd Radii differentibus Coloribus præditi manent diſtincti in Albedine, & quòd à præviis eorum affectionibus oriuntur Colores Priſmatis ſecundi. Atque, obiter, quæ de Radiorum Coloribus dicta ſunt ad eorum Refrangibilitatem accomodari debent. Hic

Digitized by Google

Hic etiam uſurpari poteſt Rota, de quâ ſupra mentio facta eſt; nam, ſi ea neque nimiùm lentè neque nimiùm velociter circumagatur, licebit per Priſma videre Colores alios aliis ſuccedentes, dum alius Spectator nudo Oculo album perſpiciet.

NEWTONI Reſponſio ad Animadverſiones quaſdam.

De hoc experimento nonnulla quidem dicenda ſuperſunt. Sed hæc ſufficiunt, opinor, ad illud confirmandum, & controverſiam dirimendam. Quidquid ſit, pergam indicare alias rationes procreandi Coloris albi per miſtiones; nam perſuaſum habeo hanc, præ ceteris aſſertionibus, paradoxam videri, & omnium difficillimam quæ recipiatur. Et quoniam animadverſionum Scriptor ſibi poſcit exemplum aliquod è corporibus diverſimodè coloratis petitum, hinc initium faciam. Sed circa negotium iſtud venit animadvertendum, quòd ejuſcemodi colorata corpora non totam Lucem, in ea cadentem, ſed aliquam tantùm reflectunt, ut conſtat ex decimâ tertiâ *Propoſitione.* * Quâ de cauſâ Lux, quæ ab hac congerie reflectitur, languidior eſſe debet, utpote quæ pluribus Radiis deſtituta fuerit. Idcircò vivida Albedo ſperanda non eſt, ſed potiùs Color quidam inter Lucis & Umbræ Colores medius, aut leucophæus ſquallidúſve Color, qualem albo & nigro ſimul miſtis licet conficere.

Quòd autem ejuſcemodi Color hinc ſit oriturus, colligi poteſt vel ex pulvere illo, qui in omnibus Domuum angulis adeſt, & qui conſtat ex multis coloratis particulis, ut jam obſervatum fuit. Poteſt etiam ſquallidus iſte Color obtineri miſcendo plura pigmenta, qualibus Pictores utuntur. Idem pariter conficietur Turbinem (quo Pueri ludunt) diverſis Coloribus pingendo; qui, ſi verbere circumagatur, ſquallentis hujus Coloris videbitur.

Horum autem Colorum compoſitio propoſito meo inſervit, nam, non Coloris genere, ſed tantùm nitoris gradu ab Albedine diſcrepant: quòd ſic (ſi animadverſionum Auctor negat) evincam. Solaris Lucis Radius in obſcuratum cubiculum admittatur, ac Lux iſta à corpore quomodocunque colorato reflexa papyrum irradiet: papyrus illa ſemper referet Colorem, quo imbutum eſt corpus Lucem reflectens, quâ irradiatur. Si rubeum eſt corpus hoc, pa-

* Pag. 291. hujus.

Num. 88. papyrus rubeſcet; vireſcet, ſi viride; atque ita porrò. Cujus rei ratio eſt, quòd fibræ, ſeu fili, quibus papyrus concreſcit, pellucentes ſunt omnes & ad ſpeculi naturam accedunt; ejuſcemodi verò corpora Colores nullo pacto mutatos reflectere norunt omnes. Ut igitur diſpicias ad quodnam Colorum genus referendus ſit leucophæus, in Luce iſtá colloca corpus aliquod Colore hoc tinctum, (puta, pigmentorum miſturam,) albámque videbis papyrum, quam Lux à corpore illo reflexa illuminat. Quod etiam accidet, ſi papyrum irradies Luce, quam nigra corpora reflectunt.

Sunt igitur omnes hi Colores unius ejuſdémque generis; verumtamen non ſolo nitoris gradu videntur differre, ſed etiam quibuſdam aliis inæqualitatibus, quibus magis Oculis moleſti aut jucundi fiunt. Diſcrimen autem in eo ſitum videtur, quòd leucophæi, & fortaſſe nigri, Colores conficiuntur ab inæquali Lucis defectu, prodeunte tanquam à pluribus venulis aut rivulis, qui diſcrepant ſive Luminis quantitate, ſive inæquali Radiorum diverſimodè coloratorum diſtributione; quales debent accidere, cùm Lux reflectitur ab albi & nigri vel corpuſculorum diverſis Coloribus infectorum permiſtione. Sed, poſtquam Lux hæc malè permixta, perfectiùs miſta eſt dum iterum à papyro reflectitur, fit jucundior, atque languentem vel tenebricoſam Albedinem ſubminiſtrat. Quòd verò diſcrimina hæc oriri poſſint ex tantillis vitiis, improbabile non videbitur reputanti quantas in ejuſdem toni ſonis varietates inducant inæquales & certâ regulâ carentes diſſonantiæ. Præterea, hæc diſcrimina ſunt adeò exigua, ut aliquoties utrùm omnino eſſent dubitaverim, cùm animadverterem, quòd duo corpora, alterum album, alterum nigrum juxtà poſita, ſed hoc ſub magnâ Luce, illud ſub perexiguâ, ita ut corpora ipſa æqualiter luminoſa viderentur, difficilè diſcerni poterant, ſi è longinquo ſpectarentur, niſi quòd nigrum magis ad cæruleum vergere videbatur, album verò, poſitum in Luce adhuc debiliori, nigrum apparebat.

Hæc

NEWTONI Reſponſio ad Animadverſiones quaſdam.

Hæc me duxerunt ad aliam rationem componendæ Albedinis, quæ eſt hujuſmodi; quatuor aut quinque corpora Coloribus magis ſplendentibus imbuta, aut papyrus tota Coloribus his aptè diſpenſatis diſtincta & variegata, locetur ſub Lucis Radio; & Lux, quæ ab hiſce Coloribus ad aliam papyrum, commodo intervallo diſſitam, reflectitur, eam albere faciet. Papyrus ad Colores propiùs accedat, & ſingulæ ejus partes ſingulos illos Colores repræſentabunt, à quibus propiùs abſunt; removeatur, ut omnes ejus partes æqualiter omnes Colores recipiant, atque ii magis ac magis diluentur, donec papyrus perfectam Albedinem induat. Animadvertendum inſuper venit, quòd ſiqui Colores intercipiantur, papyrus jam non alba apparebit, ſed picta aliis Coloribus non interceptis. Nunc, nullam video rationem dubitandi utrùm Albedo, ſit, necne, permiſtio Radiorum diverſimodè coloratorum & confuſè ſuper papyrum cadentium; etenim, ſi Lux evaderet tota ſibi ſimilis & uniformis antequam confuſè in papyrum caderet, multò magis talis fieri deberet, cùm ad Spectatoris Oculos poſt majus intervallum devenit; atque ideo Radii à diverſis Coloribus promanantes inter ſe qualitate non differre deberent, ſed omnes reſpicientis Oculum uno eodémque Colore ferire, contra experientiam.

Non diſſimile exemplum illud eſt, quòd, ſi polita Metalli lamina ita diſponitur, ut in eâ Colores tanquam in Speculo perſpiciantur, atque ea deinde aſpera reddatur, ut Colores iſti confuſâ Reflexione miſceantur, ipſi evaneſcent, & dum miſcentur, Metallum album oſtendent.

Sed hoc experimentum adhuc confirmemus. Si, non papyrus, ſed alba ſpuma exiguis bullis conſtans illuminetur Radio à ſupradictis Coloribus reflexo, eam nudus Oculus albam videbit, qui tamen eximio Microſcopio munitus diverſos Colores diſtinctos in bullis perſpiciet, tanquam ſi à pluribus ſphæricis ſuperficiebus reflecterentur. Ego quidem quampropius ſtans Oculo nudo ſingulas bullas diverſis Coloribus variegatas vidi; & tamen, cùm ita à ſpumâ receſſiſſem ut unamquamque bullam ſeorſum videre nequirem, ſpumam prorſus albam ſum intuitus. Quinimo in

Digitized by Google

Num. 88. in eodem loco ſtans, ſi attentiùs bullas inſpiciebam, in iis Colores optimè videbam, ſi verò Oculos ſubcludebam (veluti ſi-quid longè diſſitum contuerer) quò res confuſas viderem, ſpumam Coloribus omnibus deſtitutam, & tantùm albam conſpiciebam. Quæ hìc dixi de ſpumâ, facilè poſſunt intelligi de papyro & Metallo, in ſuperioribus experimentis. Harum enim rerum partes à Speculorum naturâ non admodum diſcrepant; & fortaſſe ope optimi Microſcopii, Colores promiſcuè ab his reflexos non minùs intueri liceret.

Varia colorata corpora in eâ ratione miſcere, ut hi effectus excudantur, poteſt eſſe negotium ſubtilioris operæ conſiliique; & ſatius erit adhibere Colores Priſmate detectos & in parietem projectos, qui nempe reflexi Papyrum, Metallum, Spumam, atque alia alba corpora irradient. Ego quidem plerumque hoc pacto experimenta inivi, quia meliùs excludere poteram Lucem omnem diſperſam, quæ, ſeſe Coloribus immiſcens, eos dilataret.

Ad hanc Albedinis componendæ rationem poteſt etiam alia referri; cùm ſcilicet miſcetur Lux poſtquam tranſmeavit pellucida colorata corpora: Exempli gratiâ, ſi Lux nulla in Cubiculum admittatur præter eam, quæ tranſit per coloratum vitrum, cujus ſingulæ partes ſingulis Coloribus diſtinctæ ſint in ratione prorſus æquali, tunc omnia, quæ alba ſunt in Cubiculo, videbuntur alba, dummodo vitro nimiùm propinqua non ſint. Attamen, Lux, quâ illuminantur, uniformis eſſe nullo pacto poteſt; etenim, ſi Radii, qui Cubiculum ingredientes diverſis erant Coloribus imbuti, quamcumque, dum in Cubiculum progrediuntur, mutationem paterentur, quâ ad unam eandémque formam revocarentur, vitrum eoſdem adamuſſim reddere Colores non poſſet, cùm è remotiori Cubiculi parte ſpectatur, quos exhibet cùm propius eſt Spectatoris Oculo: neque Radii in aliud obſcurum Cubiculum immiſſi per oppoſitum Oſtium aut medianum parietem terebratum in papyrum ſpeciem vel imaginem vitri ſuis Coloribus picti projicerent.

Atque

Digitized by Google

Atque, ut obiter dicam, hoc videtur exemplum vehementer urgens, & valdè faciens pro nonnullis aliis Theoriæ meæ partibus, & præcipuè pro decimâ tertiâ Propoſitione. Nam in Cubiculo illo corpora naturalia quæcunque propriis omnia Coloribus diſtincta apparent. Atque in eo Colorum phænomena, quæcunque ſunt in rerum Naturâ, ſive per Refractionem ſive abſque Refractione perficiantur, eadem ſunt quæ ſub dio. Cùm autem Lux in hoc Cubiculo ſit permiſtio conſtans ex partibus diſſimilibus, qualem deſcripſi in meâ Theoriâ, omnium horum phænomenorum cauſæ eæ ipſæ debent eſſe, quas aſſignavi. Et nullam video rationem, quâ ducar ad ſuſpicandum ne eadem phænomena ex aliis ſub dio cauſis exoriantur.

NEWTONI Reſponſio ad Animadverſiones quaſdam.

Hujus tentaminis exitum facilè colligere licet ex facie, quam res habent in Templo vel Sacello, cujus feneſtræ ſunt ex vitro colorato; aut in aëre aperto, cùm Lucem recipit per nubes diverſis Coloribus imbutas.

Sunt adhuc aliæ rationes, quibus Albedinem excudi; ut projiciendo diverſos duorum aut plurium Priſmatum Colores in unum eundémque locum; refringendo Lucis Radium duobus vel tribus Priſmatibus quorum unus excipiebat Lucem ab altero jam refractam, ut Colores divergentes iterùm convergerent; aliquem Colorem reflectendo alium verſùs, & per Priſma inſpiciendo ſuperficiem pluribus Coloribus pictam; atque etiam, (quod æquipollet jam memoratæ miſcendorum Colorum rationi concavis vaſculis coloratorum Liquorum plenis,) animadverti umbras vitreæ feneſtræ pictæ albas evadere, ubi illæ, quæ, à pluribus coloribus profluebant, ſeſe ad magnum intervallum decuſſabant. Attamen Animadverſor poteſt, ut ſcrupulum omnem removeat, tentare, ſi libet, quid conficiatur quatuor aut quinque concavis vaſculis liquorum pluribus diverſis Coloribus tinctorum repletis.

Præter hæc omnia, Colores, quos exhibent aqueæ bullæ, alíæque tenues pellucidæ ſubſtantiæ, complura ſufficiunt Exempla Albedinis eorum miſturâ procreatæ; è quibus unum huic argumento finem imponet. Aqua, in quâ commoda ſaponis quantitas diſſoluta ſit, commoveatur donec in ſpumam concreſcat;

Num 88. Deinde ſpuma omnino quieſcere permittatur neque ampliùsmoveatur, quouſque perſpicias quòd bullæ, quibus conſtat, incipiunt ſe diſrumpere; tunc ſingularum bullarum vertices magnâ Colorum varietate diſtincti apparebunt, ſi tamen ſpumam valde prope diſpicias; ſi verò eam intuearis à tanto intervallo ut Colores ab invicem diſtinguere nequeas, ſpuma perfectè alba videbitur.

XI.

Quòd experimentum Crucis *tale eſt.*

Hactenus de conſilio & ſumma animadverſionum Obſervatoris. Superſunt tamen aliqua, de quibus mihi loquendum eſt antequam manum è Tabulâ tollam; ut de *Experimento Crucis*, quod negat. Illud tanquam totius orationis meæ fundamentum habueram; Contra illud idcirco converti debebat tota objectorum vis. Sed mihi perſuadere non poſſum quòd non ſatìs probet quia ſimpliciter & nullâ additâ ratione negatur. Proclivis ſum ad opinandum illud malè intellectum fuiſſe; ceteroquìn omnibus quæ de Radiorum rarefactione & diviſione dicta fuerunt, obviam iviſſet: Siquidem eò ſpectabat, ut evinceretur quòd Radii diverſis Coloribus præditi, ſeorſum conſiderati, Refractiones patiuntur inæquales, quanquam ad eumdem angulum incidant; cùm tamen non dividantur, rarefiant, aut quocunque alio pacto dilatentur.

XII.

Nonnulla attentiùs conſideranda.

Animadverſionum Auctor primam & ſecundam ex meis Propoſitionibus excutiens, reddidit doctrinam meam valde imperfectam atque mutilam, eam omnino explicans per Radiorum diviſionem. Mihi tamen propoſitum erat oſtendere, quòd hæ Refractiones perficiuntur ſine iſtâ ſuppoſitâ anomaliâ; de quo experimentum Crucis illum monere debuiſſet. Atque, ut generaliter loquar, video

video præcipua, quæ innueram; & quibus Propoſitiones meas ſtabilire volueram, ejus conſiderationem fugiſſe, dum illas per hypotheſes explicare laborat: hujus generis ſunt immutabilitas gradûs Refrangibilitatis, qui ad unumquodque Radiorum genus pertinet; ſtricta analogia, quæ eſt inter Refrangibilitatis gradus atque Colores; diſtinctio, quæ compoſitos à ſimplicibus Coloribus diſſociat; immutabilitas Colorum ſimplicium; aſſertio quòd, ſi quis ex Coloribus à Priſmate prolatis prorſus intercipiatur, Colorem illum ſuperſtes Lux nullo pacto reparare poteſt, quantumvis refringatur aut reflectatur. Quapropter nunc expendatur, peropto, quantæ vis quantíque momenti ſint hæc ad Theoriam meam corroborandam.

A R T. XVIII.

****

S U M M A R I U M.

Epiſtolæ nuper ſcriptæ Lutetiæ Pariſiorum *ab Ingenioſo quodam viro, in quâ continentur animadverſiones nonnullæ in* NEWTONI doctrinam de COLORIBUS, *& in ea quæ conficiunt inæquales Radiorum Refractiones in Teleſcopiorum vitris.*

VIDI quo pacto NEWTONUS Theoriam ſuam de Coloribus ſuſtinere contendat; mihi quidem videtur capitalem quæſtionem, quæ in NEWTONUM, facta fuerit, eſſe utrùm ſint plura quàm duo Colorum genera? Ego quidem opinor quòd hypotheſis, quæ mechanicè & ex motûs naturâ Colores flavum, viridem, & cæruleum explicaret, ad aliorum omnium rationem reddendam

Tranſ. Philoſ 21. Menſ. Julii An. 1673. Num. 96. pag. 6086.

Num. 56. reddendam ſufficeret, eò quod hi, ſi tantùm magis obſcuri & ſaturi fiant, progignunt, (ut conſtat ex Hookii Priſmate.) rubeum & viridem obſcuros aut ſaturos; ceteri verò Colores omnes ex hiſce quatuor componi poſſunt. Neque perſpicio, cur Newtonus duobus Coloribus flavo & cæruleo contentus non ſit; quandoquidem inventu multò facilior eſt hypotheſis aliqua à motu pendens quæ explicet hæc duo diſcrimina, quàm altera quæ tot diverſitatum rationem reddat, quot ſunt alii Colores. Neque, donec ejuſcemodi hypotheſin commentus fuerit, dici poterit nobis illum oſtendiſſe quid ſit illud, in quo Colorum natura & diſcrimen ſita ſunt, ſed ſolùm *Accidens* hoc, (ſanè magni faciendum,) videlicet *diverſam* eorum *Refrangibilitatem.*

Quòd dicitur Albedinem conſtitui à Coloribus omnibus ſimul commiſtis, fieri poteſt, ut flavus & viridis ad eam præſtandam fortaſſe ſufficiant; atque ejus rei periculum facere operæ pretium eſt; & perfici poteſt experimento, quod Newtonus proponit, ſi nempe muro Cubiculi obſcurati excipiantur Colores, quos Priſma exhibet, & Lux eorum reflexa in papyrum projiciatur. Tunc cavendum eſt ne Colores, qui extremitates occupant, videlicet rubeus atque purpureus, in parietem impingant, in quem mittendi dumtaxat ſunt Colores intermedii, flavus nempe, viridis, & cæruleus, quò diſpiciatur an non Lux ex hiſce ſolis promanans æquè papyro Albedinem inducat, ac cùm ex omnibus profluebat. Quinimo, lucidior flavi Coloris pars fortaſſis idem efficere poſſet; animus eſt ejus rei periculum inſtituere cùm primùm opportunitatem nactus fuero, hæc enim ſuſpicio hoc ipſo temporis momento primùm in mentem incidit. Interea vides, quòd, ſi ſucceſſu hæc experimenta non deſtituantur, aſſeri nequit omnes Colores neceſſariò ad hoc requiri ut Albedo componatur, & quòd valde probabile eſt, alios omnes eſſe magis vel minùs ſaturos Coloris rubei ex cærulei gradus.

Denique,

Digitized by Google

Denique, quod attinet ad inæquales Radiorum Refractiones in Teleſcopiorum vitris, certum eſt, quòd experientia non conſentit cum iis, quæ NEWTONUS affirmat. Vides enim imaginem in Cubiculo exhibitam vitro objectivo duodecim pedum adeò diſtinctam & benè definitam eſſe, ut fieri non poſſit eam exoriri à Radiis aberrantibus quinquageſimâ hiatûs parte. Itaque Refrangibilitatum diſcrimina, (ut antea me tibi dixiſſe puto,) non ſemper fortaſſe ſequuntur eandem proportionem dum Radii nunc multùm, nunc parum ad vitri ſuperficiem inclinantur.

ART XIX.

Excerptum ex Epiſtolâ ab ISAACO NEWTONO *ad Editorem datâ* Cantabrigiæ *A. D. tertium Menſis Aprilis* An. 1673; *in quâ agitur de Colorum numero, de illis omnibus neceſſariò miſcendis, ut Albedo componatur, déque cauſâ, quâ imago per vitra in obſcuratum Cubiculum intromiſſa tam diſtincta apparet, quamvis Radii inæqualiter refringantur.*

MIHI videtur, quòd N. non utitur genuinâ ratione perpendendi Colorum naturam, dum illos, qui jam compoſiti ſunt, componere pergit. Potiùs fortaſſe ſibimet ipſe ſatisfeciſſet, ſi Lucem, quantùm Arte perficere licet, in Colores reſolviſſet, ac deinde ſingulorum horum Colorum proprietates examinâſſet; atque poſtea periculis detegere inſtituiſſet quidnam ori- Tranſ. Philoſ. 6. Menſ. Octobr. An. 1673. Num. 97. pag. 6108.

Num. 97. retur, ſi duo, vel plures, vel denique omnes Colores iterum jungerentur; atque tandem, ſi eos rurſum ad hoc ſegregaviſſet, ut perſpiceret quaſnam mutationes ſecunda conjunctio illis induxiſſet. Nuper oſtendi, quòd Colores omnes ex flavo & cæruleo reipſa nequeunt obtineri, unde conſequitur fundamento deſtitutas eſſe hypotheſes illas, quæ id fieri poſſe ſupponunt. Si petatur quinam Colores ex flavo & cæruleo nequeant extundi; reſpondeo omnes illos, quos primigenios ſtatui; & ſi contrarium experimentis oſtendatur, me in errorem incidiſſe confitebor. Neque facilius eſt hypotheſim aliquam moliri aſſumendo duos tantummodo Colores eſſe primigenios, quàm indefinitam eorum varietatem admittendo; niſi fortè facilius ſit ſupponere corpuſculis aut pulſibus æthereis dumtaxat ineſſe duas figuras, magnitudines, & velocitatum aut virium gradus, quàm earum rerum indefinitam varietatem conſtituere; quæ ſuppoſitio ſanè foret abſurda. Nemo indefinitam fluctuum in Mare, vel arenarum in litore varietatem miratur; quæ ſi duarum omnino magnitudinum eſſent, exhiberent phænomenum plane conceptu difficile. Mihi quidem mirum videretur, ſi diverſæ corpuſculorum lucidum corpus conſtituentium partes, quæ ſupponi debent diverſis præditæ figuris, magnitudinibus, & velocitatibus, duo tantùm motionis genera adjacenti medio æthereo imprimerent, aut aliâ quâcunque ratione duo ſolummodo Radiorum genera ſufficerent. Sed, extra propoſitum meum eſt perpendere quo pacto Colores per hypotheſes explicari poſſint. Quinimo neque mihi animus eſt oſtendere in quo verſetur Colorum natura atque diſcrimen; ſed tantùm commonſtrare, quòd illi *de facto* ſunt primigeniæ & immutabiles qualitates Radiorum illos exhibentium; aliiſque relinquere curam harum Qualitatum naturam atque diſcrimen per mechanicas hypotheſes explanandi; quod negotium non difficile reor. Non tamen hæc intelligi vellem, quaſi totum Colorum diſcrimen poſitum eſſet in *diverſâ* horum Radiorum *Refrangibilitate*; etenim *diverſa Refrangibilitas* hac unâ ratione illorum productioni conducit, quòd Radios, quorum ſunt qualitates, disjungit. Hinc ſequitur, quòd iidem Radii eoſdem exhi-

exhibent Colores, quando aliis modis ſeparati ſunt, ut eorum *diverſâ Reflexibilitate*, de quâ qualitate nihil hactenus dictum fuit.

NEWTONI Reſponſio ad ſuperior. Epiſtol.

Deinde N. oſtendere conatur, quòd, ad hoc ut Albedo componatur, non omnes Colores neceſſariò miſcendi ſunt. At, ſi miſceantur flavus, viridis, & cæruleus, ſine rubeo & purpureo, ut ille ad hoc ipſum proponit, habebitur non Albedo, ſed Viriditas; & fulgentiſſimæ flavi Coloris partes nullum alium Colorem, niſi flavum, ſubminiſtrabunt, ſi experimentum inſtituatur in Cubiculo benè obſcurato, ut opus eſt; quia Lux colorata valde Refractione debilitatur, & ideo fit aptior, quæ à quâvis aliâ vagâ Luce ſeſe illi permiſcente diluatur. Veruntamen adeſt unum aut alterum experimentum nuper memoratum, quibus apparet me Albedinem elicuiſſe ex duobus tantummodò Coloribus, & quidem pluribus modis; ut ex aureo & cæruleo ſaturo; ex rubeo & cæruleo diluto; ex flavo & purpureo, & ex aliis intermediorum Colorum paribus. Experimentum magis accomodatum ad id perficiendum eſt cùm unius Priſmatis Colores mittuntur aptâ quadam ratione ſuper Colores alterius Priſmatis. Sed non video hinc ſequi, quòd N. contendit. Siquidem duo Colores illi ex aliis compoſiti erant; & idcircò Albedo inde exſurgens, (ſi propriè loqui velimus,) ex illis omnibus compoſita erat, & ex duobus tantùm ſecundò compoſita. Exempli gratiâ, Color aureus compoſitus erat ex rubeo, aureo, flavo, & aliquo viridi; cæruleus ex purpureo, cæruleo ſaturo, cæruleo diluto, & aliquo viridi, cum omnibus eorum intermediis gradibus; unde patet, quòd aureus & cæruleus ſimul conficiebant omnium Colorum congeriem, quibus Albedo conſtituitur. Sic, ſi quis pulveres rubrum, aureum, & flavum miſceat ad componendum aliquem aureum; & viridem, cæruleum atque purpureum ad conficiendum aliquem cæruleum; & denique has miſturas permiſceat ad obtinendum Colorem cinereum; hic cinereus, quamvis ſecundò compoſitus ex duabus dumtaxat miſturis, tamen ex omnibus ſex pulveribus non minùs componitur, quàm ſi pulveres iſti uno eodémque tempore omnes permiſti fuiſſent.

 Hæc

Num. 97. Hæc adeò ſunt plana, ut nullum ſupereſſe poſſe ſcrupulum mihi habeam perſuaſum, iis præſertim, qui norunt quo pacto ſit inveſtigandum utrùm Colores ſint ſimplices vel compoſiti, & ex quibus Coloribus conſtent; quod, cùm alio loco fuerit explicatum, hic repetere neceſſarium non duco. Quapropter, ſi N. vult aliquid evincere, illi oſtendendum eſt quomodo liceat Albedinem conficere ex duobus Coloribus ſimplicibus; quod cùm oſtenderit, tunc ei dicam quare nihil inde conficere poteſt. Sed, nullum, credo, ejuſcemodi experimentum inveniri poteſt, nam, quantùm memini, olim periculum feci miſcens, ordine, omnia ſimplicium Colorum paria; &, licèt harum miſturarum nonnullæ, eſſent dilutæ, & propiùs, quàm aliæ, ab Albedine abeſſent, nulla tamen verè alba dici poterat. Sed, cùm aliquot Anni jam præterierint, ex quo factum fuit experimentum hoc, non benè ſatìs circumſtantiarum memini; quapropter aliis iterum tentandum commendo.

Poſtremò, ſi crediſſem, quòd imago, quam (exempli cauſâ) vitrum objectivum duodecim pedum projicit in obſcuratum cubiculum, tantùm contra me faceret, eò quòd diſtincta eſt, quantùm N. libet affirmare, Theoriam meam in hoc deſerniſſem, antequam eam proponerem. Nam, quòd hanc difficultatem cogitatione comprehenderim, conjicere potes ex eo, quòd alicubi in meâ primâ Epiſtolâ, ad hoc ipſum ſpectans, aio me mirari, quòd Teleſcopia ad tantam perfectionem perducta ſint Refractionibus, quæ tàm extra regulam vagantur. Sed, hanc difficultatem ſublaturus, dicam, quòd, quamquam ponam maximam aberrationem, quâ Radius alter ab altero diſtat, eſſe circiter quinquageſimam vitri Diametri partem, attamen, maximum ſpatium, quo diſtant à punctis in quæ cadere deberent, eſt ſolummodo centeſima hujus Diametri pars. Præterea Radii, quorum tanta eſt aberratio, pauci videbuntur, ſi conferantur cum illorum numero, quibus accuratior Refractio contingit. Quandoquidem Radii, qui cadunt circa vitri meditullium ſatìs accuratè refringuntur; quod etiam accidit iis, qui, cùm prope perimetrum cadant, præditi ſunt mediocri Refrangibilitatis gradu. Superſunt igitur Soli Radii, qui & cadunt circa

circa perimetrum & aut nimiùm aut non ſatis refringuntur, qui imaginem, quantùm ſenſibus percipi valeat, confuſam reddant. Qui præterea, adeò debilitantur, eò quòd per magnum ſpatium diſpergantur, ut Lux, quæ cadit in puncta in quæ cadere debet, infinities denſitate ſuperet eam, quæ circa illam in orbem diffunditur. Hæc aſſertio, puto, paradoxa videri poteſt, tamen certè demonſtratione firmari valet. Quinimo, etiamſi Lux, quæ tranſit per medias vitri partes, tota interciperetur, tamen Lux, quæ ſupereſt, ad puncta, ad quæ debet, conveniret infinities denſior quàm ad alia loca. Et hoc denſitatis exceſſu fieri poteſt, opinor, ut Lux quæ cadit in ipſo puncto, in quod cadere debet, aut ita prope, ut intervallum Oculorum aciem fugiat, *Senſorium* tantâ vi percellat, ut cum eâ collata, percuſſio Lucis aberrantis, quæ circa illud in orbem extenditur, ſatis fortis non ſit ut animadvertatur, ſive ut imagini confuſionem inducat magis à ſenſibus diſcernendam, quàm quæ experientiâ competitur. NEWTONI Reſponſio ad ſuperior. Epiſtol.

Hæc, puto, ſufficiunt ad oſtendendum quo pacto imago adeò diſtincta appareat, quamvis unam eandémque legem Refractiones non ſervent. Quibus ſi contentus non eſt N., tentare poteſt, ſi libet, quàm diſtincta ſit hæc imago, cùm tota Lens tecta eſt, præter duo foramina poſita utrinque juxta ejus extremitates; &, ſi, rebus ſic ſtantibus, dignatur metiri latitudinem Colorum hoc pacto exſurgentium ad ſolaris imaginis extremitates, inveniet fortaſſis, quòd propiùs accedunt proportioni à me indicatæ, quàm expectat.

ART. XX.

****

Reſponſio (ad ſuperiorem Epiſtolam) ad Editorem data A. D. decimum Menſis Junii An. 1673. *ab eodem Pariſienſi Philoſopho, qui nuper dictus fuerat ſcripſiſſe Epiſtolam jam relatam ſub* Num. 96. pag. 6086. (*Tranſact. Philoſophic., & pag.* 359. *hujus*).

Ibidem pag. 6112. QUOD attinet ad ſolutiones à NEWTONO relatas diluendi cauſâ difficultates, quæ propoſueram in ejus Theoriam de Luce & Coloribus, illis reſpondere poſſem, quin & novas difficultates afferre; ſed, cùm obſervaverim, quòd NEWTONUS ſententiam ſuam tuetur multâ cum contentione, diſputationem aggredi nolo. Sed, quid ſibi voluit, obſecro, cùm dixit, quòd, etiamſi *oſtenderim quomodo liceat Albedinem componere ex duobus ſimplicibus Coloribus, tamen nihil inde conficere poſſem?* Aſt ipſe aſſeruit ad Albedinem conſtituendam omnes Colores primigenios eſſe neceſſarios.

De ratione, quâ conciliat vitrorum convexorum effectum, dum tam accuratè Radios congregant, cum propoſitionibus, quas ipſe ſtatuit de inæquali Refrangibilitate, planè mihi ſatisfecit. Attamen fateri debet, quòd hæc Radiorum aberratio non eſt tantùm opticis vitris damnoſa, quantùm ipſe nobis ſuadere voluiſſe videtur, cùm propoſuit Specula concava tanquam ſola, quibus ſpes eſſet perficiendorum Teleſcopiorum. Optimum quidem eſt ejus cogitatum, ſed Metalli defectu nunquam actu perfici poſſe videtur, ut formarum conficiendarum difficultas ab uſu removet CARTESII *hyperbolas.* Itaque, meâ quidem ſententiâ, opera danda

danda eſt vitris ſphæricis, quæ jam de nobis tam bene meruerunt, & quæ majorem adhuc perfectionem ſuſcipere poſſunt, tum ſi Teleſcopiorum longitudo augeatur, tum ſi vitri ipſius natura corrigatur.

ART. XXI.

NEWTONI *ad ſuperiorem Epiſtolam reſponſio, quâ dilucidiùs explanatur ejuſdem* Theoria de LUCE *&* COLORIBUS, *& præſertim de Albedine; quâque exponiturſpes perficiendorum Teleſcopiorum ope Reflexionum potiùs quàm Refractionum, quam adhuc habet.*

COLORUM negotio, cùm dixi quòd quando. N. oſtendiſſet *quomodo Albedo ex duobus ſimplicibus Coloribus obtineri poſſit, ei dicerem quare nihil ex hoc conficere poſſit*; id mihi volebam, quòd hæc Albedo, (ſi qua tamen eſt) non eaſdem Proprietates haberet ac Albedo illa, ad quam reſpiciebam cùm *Theoriam* meam deſcriberem, hoc eſt, ac Albedo, quâ immediata Solis Lux prædita eſt; quæ paſſim ſenſus noſtros percellit; & cujus hucuſque phænomena conſideraveram. Et quòd hæc proprietatum diverſitas evinceret duas has Albedines eſſe diverſæ naturæ: ita ut iſthæc Albedinis generatio non modò meæ Theoriæ non adverſaretur, quin etiam illam potiùs illuſtraret atque confirmaret; cùm ex diſcrimine, quod inter hanc & alias Albedines intercedit, liqueret alias non, ut hanc, duobus tantùm Coloribus componi. Quâ de cauſâ ſi N. aliquid probare vult, neceſſe eſt ut ex duobus primigeniis

NEWTONI Reſponſio ad ſuper. Epiſtol.

Num. 96. geniis Coloribus Albedinem extundat, quæ non ſolùm Oculo nudo ceteris Albedinibus ſimilis videatur, ſed etiam cum illis in omnibus aliis proprietatibus conveniat.

Ut autem intelligatur quænam diſcrepantia inter ejuſcemodi Albedinem & alias interſit, & quo pacto hinc ſequatur alias eſſe aliter compoſitas, hanc Theſin ſupponam.

Compoſitus aliquis Color reſolvi nequit in plures ſimplices Colores, quàm quibus eſt compoſitus.

Id videtur evidens per ſe ipſum, & periculum feci pluribus TAB. II. rationibus, & hâc præcipuè. Sit (*Fig.* 10.,) α oblongum albæ papyri fruſtum latum pollicis triente aut quadrante, circiter, & irradiatum in obſcuro Cubiculo duobus Coloribus commiſtis, quos duo Priſmata in illud injiciunt; hi Colores ſint, exempli gratiâ, ſatur cæruleus & coccineus, quorum quilibet eſſe debet, quantùm commodè fieri poteſt, ſimpliciſſimus; deinde ab illâ papyro digreſſus ſatis magno intervallo, puta, octodecim aut viginti quatuor pedibus, eam intuere per vitreum vel cryſtallinum Priſma triangulare atque perſpicuum papyro parallelè poſitum; atque diſpicies duos Colores à ſe mutuò remotos tanquam duas papyri imagines, ut delineatæ ſunt in β & γ: hìc autem β coccineum Colorem, & γ cæruleum repræſentat; neque intereſt viridis aliúſve Color quicunque.

Nunc ex jam poſita theſi hæc duo colligo.

Primò, quòd, ſi reperiri poteſt aliqua ratio componendæ Albedinis ex duobus tantùm Coloribus ſimplicibus, hæc Albedo iterum reſolvi non poterit in plures, quàm in duos.

Secundò, quòd, ſi aliæ Albedines, ut ea quâ prædita eſt ſolaris Lux, &c., reſolvi poſſunt in plures, quàm in duos Colores ſimplices, (ut poſſe experientiâ comperio,) eæ compoſitæ debent eſſe ex pluribus, quàm ex duobus.

Ut hæc planiora fiant, ſit A (*vide eandem Fig.* 10.) album corpus illuminatum à directo Radio Solis in obſcurum Cubiculum per anguſtum foramen intromiſſo; & ſit α aliud ſimile corpus irradiatum à duobus Coloribus ſimplicibus commiſtis, qui, (ſi fieri poteſt, illi album Colorem omnino ſimilem Colori ipſius

A

A inducant: deinde à ſatis magno intervallo reſpice per Priſma utramque hanc Albedinem; atque A quidem diſpicies mutatam in ſeriem cunctorum Colorum, rubei, flavi, viridis, cærulei, purpurei, cum intermediis eorum gradibus ordine ſibi ſuccedentibus ex B in C. Sed α, juxta memoratum experimentum, in duos Colores illos, ex quibus compoſita fuerat, & eos quidem non conterminos, ut Colores qui ſunt in B C, ſed inter ſe diſſitos, ut ad β & γ, propter inæqualem Refrangibilitatem Radiorum, ad quos pertinent. Atque hoc pacto, duabus hiſce Albedinibus collatis, manifeſtum erit eas eſſe diverſimodè conſtitutas, & A ex pluribus, quàm α, Coloribus conſtare. Ita ut opinio, pro quâ pugnat N., acceſſione novi generis Albedinis potiùs Theoriam meam promoveat, quàm contra eam faciat. Sed nullam hujuſce Albedinis componendæ ſpem video.

NEWTONI Reſponſio ad ſuperior. Epiſtol.

De eo, quod dicit N., *quòd*, ſcilicet, *ego meam doctrinam non ſine contentione tueor*, fateor aliquantiſper mihi injucundum eſſe eaſdem offendere objectiones quibus antea reſponderam, nullâ adjectâ ratione, cur meæ reſponſiones non ſufficiant. Illæ totæ ad id ſpectabant, ut oſtenderent alios exiſtere ſimplices Colores præter cæruleum flavúmque. Exemplum attuleram ſimplicem vel homogeneum viridem, qualis confici nequit miſtione cærulei & flavi, ſive aliorum Colorum quorumlibet. Pariter demonſtraveram, cur, etiamſi Colores omnes ex duobus componere liceret, non tamen inde ſequeretur hoſce duos eſſe ſolos Colores primigenios. Cujus aſſertionis rationes compares, obſecro, cum iis, quæ nunc de Albedine dicta ſunt. Item, quòd omnes Colores neceſſariò requirantur, ut Albedo componatur, conſtare poteſt ex illo experimento, in quo affirmavi, quòd, ſi quis Color prope Lentem intercipiatur, Albedo, (quæ ex illis omnibus exſurgebat,) in eum Colorem, qui componitur ex reliquis, mutabitur.

Nihilominus, quia nonnulla malè accepta fuiſſe videntur, quid de hoc argumento ſentiam ſequenti methodo paulò magis aperire conabor.

Num. 96.

DEFINITIONES

Defin. I.

Lucem homogeneam, ex partibus ſimilibus conſtantem, aut uniformem eam appello, cujus Radii ſunt æqualiter refrangibiles.

Defin. II.

Heterogeneam autem illam, cujus Radii ſunt inæqualiter refrangibiles.

Scholium.

Tres ſunt Lucis affectiones, quibus Radios diſcrepare deprehendi, videlicet *Refrangibilitas*, *Reflexibilitas*, & *Color*; qui autem Radii Refrangibilitate congruunt, congruunt etiam duabus aliis affectionibus, & idcircò bene vocari poſſunt homogenei, præcipuè cùm paſſim illa homogenea dicere ſoleamus, quæ talia ſunt qualitatibus, quas dignoſcere valemus, quàmlibet aliis qualitatibus, ad quas cognitio noſtra ſe non extendit, ſint fortaſſis aliquatenus heterogenea.

Defin. III.

Colores ſimplices vel homogeneos illos voco, qui ab homogeneâ Luce miniſtrantur.

Defin. IV.

Compoſitos verò vel heterogeneos illos, qui ab heterogeneâ Luce exhibentur.

Defin.

NEWTONI Reſponſio ad ſuperior. Epiſtol.

DEFIN. V.

Diverſos Colores nuncupo non modò eminentiſſima eorum genera, nempe rubeum, flavum, viridem, cæruleum, purpureum, ſed etiam omnes alios tenuiſſimos gradus; prorſus ut in Muſicis non tantummodò gradus eminentiſſimi, ſed omnes quoque minimi pro diverſis Sonis habentur.

PROPOSITIONES.

PROPOS. I.

Lux Solis conſtat ex Radiis, qui indefinitis Refrangibilitatis gradibus diſcrepant.

PROPOS. II.

Radii, qui Refrangibilitate differunt, poſtquam disjuncti ſunt, proportionaliter diſcrepant Coloribus, quos exhibent.

Hæ duæ *Propoſitiones* facti ſunt.

PROPOS. III.

Tot ſunt ſimplices aut homogenei Colores, quot Refrangibilitati gradus.

Siquidem ad ſingulos Refrangibilitatis gradus pertinent diverſi Colores, (*per Propoſ. II.*,) & horum Colorum quiſque ſimplex eſt, (*per Defin. I.*, & *III.*)

PROPOS. IV.

Albedo, quæ omnino & in totum ſimilis ſit illi, quâ prædita ſunt immediata Solis Lux, & ea quæ ſenſibus noſtris percipi ſolent, componi nequit ex duobus tantummodò Coloribus ſimplicibus.

Digitized by Google

Num. 96. Etenim, ejuſcemodi compoſitio conſtabit ex Radiis duos dumtaxat Refrangibilitatis gradus habentibus, (*per Defin I.*, & *II.*;) quâ de cauſâ ſimilis eſſe non poteſt ei, quæ Solis Lucem conſtituit, (*per Propoſ. I.*;) neque, ob eandem rationem, ei quæ ineſt rebus albis, quas diſpicere ſolemus.

PROPOS. V.

Albedo, quæ omnino & in totum ſimilis ſit illi, quâ prædita eſt immediata Solis Lux, componi nequit ex ſimplicibus Coloribus, niſi adſit indefinita eorum varietas.

Nam, ut talis exoriatur compoſitio, requiruntur Radii præditi indefinitis Refrangibilitatis gradibus, (*per Propoſ. I.*;) hi verò ſecum trahunt totidem Colores ſimplices, (*per Definit. I.* & *III.*, atque *Propoſ. II.*, ac *III.*)

Ut iſthæc aliquantò planiora fiant, affero etiam Propoſitiones ſequentes.

PROPOS. VI.

Radii Lucis in ſe viciſſim non agunt, dum per idem medium tranſeunt.

Conſtat ex nonnullis ſuperioribus locis, & ulteriorem probationem admittit.

PROPOS. VII.

Radii Lucis nullam, dum refringuntur, Qualitatum mutationem patiuntur.

PROPOS. VIII.

Neque poſtea ex adjacente quieto medio.

Hæ duæ Propoſitiones manifeſtæ ſunt *de facto* in homogeneâ Luce, cujus neque Color neque Refrangibilitas ullo pacto poſſunt mutari ſive per Refractionem ſive per quieſcentis medii termi-

Digitized by Google

terminationem. Sed, quod attinet ad Lucem heterogeneam, quoniam ea nihil eſt niſi congeries plurium generum Lucis homogeneæ, cujus quodlibet genus non magis immutatur, quàm ſi ſolum eſſet, quia Radii in ſe viciſſim non agunt, (*per Propoſ. VI.*,) ſequitur, quòd congeries ipſa nullam mutationem pati poſſit. NEWTONI Reſponſio ad ſuperior. Epiſt.

Duas iſtas Propoſitiones meliùs evincere ſingillatim licet experimentis nimis longis, quàm quæ hìc deſcribantur.

PROPOS. IX.

Nullus homogeneus Color Refractione poteſt è Luce excudi, qui antea permiſtus in eâ non fuerit.

Siquidem, (*per Propoſ. VII.*, & *VIII.*,) Refractione Radiorum qualitates non immutantur, ſed ſolummodò diſſociantur, ope diverſæ Refrangibilitatis, illi, qui diverſis qualitatibus præditi ſunt.

PROPOS. X.

Solis Lux eſt congeries conſtans ex indefinitâ homogeneorum Colorum varietate.

Conſtat ex Propoſitionibus I., III., & IX.

Hinc eſt, quòd homogeneos Colores etiam primigenios appellavi.

Et hæc quidem de Coloribus dicta ſint ſatis.

Libuit N. innuere, quòd Radiorum aberrationes, ortæ ab inæqualibus eorum Refrangibilitatibus, neque tantæ ſunt, neque adeò vitris damnoſæ, quantùm velle videor ut credantur eſſe, dum concava Specula, tanquam unicas perficiendorum Teleſcopiorum ſpes propono. Sed calamum arripere dignetur, & conferre aberrationes genitas à vitro cum iis, quæ generantur à ſpeculo Radios ad idem, ac vitrum, intervallum colligente; atque perſpiciet quàm hallucinatus ſit, & quòd extra rectam rationem, (ut arbitratur,) non ſum divagatus, cùm Reflectiones Refractionibus antetuli. Difficultates, quas offendi ait, dum rem actu per-

ficere volumus, novi ſummas eas eſſe, & rationibus, quibus negotium hoc tentatum fuit, inextricabile puto. Sed eſt alia ratio, quam ſuperiùs innui, & quâ à veriſimile non alienum reor poſſe in majoribus Teleſcopiis confici, quæ ipſe in minoribus perfeci, ſed non ſine diligentiâ majore, & curâ atque arte ſubtiliore, quàm quæ vulgò ſoleant adhiberi.

ART. XXII.

FRANCISCI LINI

Doctiſſimi Viri Epiſtola ad Amicum Londini *degentem, quâ continentur nonnullæ Animadverſiones in* ISAACI NEWTONI Theoriam *de* LUCE *&* COLORIBUS *nuper editam in his Tractatibus.*

HONORATE DOMINE.

Tranſ. Phil 15. Menſ. Jan. An. 16 74/75 Num. 110. pag. 217.

CUM noverim te ſemper humanè accipere ejuſmodi naturæ ſcripta, qualis hoc eſt, à quocunque demum veniant, me non malè facturum arbitror, ſi, quanquam tibi non notus, narravero, quòd, cùm nuper philoſophicas Tranſactiones pervolverem, ut perſpicerem ſiquid in iis reperire poſſem, quod faceret ad commentatiunculam quandam de Opticâ, quæ mihi præ manibus eſt, incidi in Epiſtolam ISAACI NEWTONI Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigienſi, in quâ loquitur de experimento, quod fecit per exiguum foramen admittens in obſcurum Cubiculum Lucis Radium, qui per vitreum Priſma tranſmeans, & ad oppoſitum parietem perveniens, ibi pingit *Spectrum* diverſis

diverſis Coloribus variegatum, & cujus longitudo multò latitudine major eſt; cùm tamen, ſecundùm receptas Refractionum leges, potiùs formam circularem aſſumere debuiſſet. Quo experimento innixus, vitioſas reputat has vulgares Refractionum leges, novámque ſuam Lucis Theoriam conſtituit diverſis Radiis diverſam Refrangibilitatem tribuens, nullá habitá ad Angulum Incidentiæ ratione &c.

FRANC. LINI. Animadverſ in NEWTONI Theoriam.

Equidem, Domine, nullum mihi reſtat dubium de hiſce, quæ Doctiſſimus Auctor affirmat; & ipſe, rebus eodem pacto diſpoſitis, obſervavi diſcrimen illud, quod inter Spectri colorati longitudinem & latitudinem intercedit; ſed nunquam id perſpicere licuit quando prope Solem Cœlum erat ſerenum & à nubibus immune: ſed hæc inæqualitas inter longitudinem atque latitudinem tum ſolummodo apparebat, cùm aut Sol per albam nubem translucebat, aut nonnullas proximas nubes illuſtrabat. Tunc autem ſanè mirandum non eſt, ſi memoratum Spectrum magis in longitudinem quàm in latitudinem extendebatur; nubes etenim ſic illuminatæ, quod ad Colores attinet, ſimiles erant magno cuidam Soli, & ad foramen multò majorem interſectionis angulum faciebant, quàm veri Radii ſolares; & idcirco totam Priſmatis longitudinem irradiare poterant, & non exiguam dumtaxat ejus partem, quam illuſtratam videmus à veris Radiis ſolaribus per idem parvum foramen tranſeuntibus. Idem perſpicimus etiam in veris Solis Radiis, cùm totum Priſma illuminant; etenim, quamvis, ubi Cœlum eſt ſerenum, Radii ſolares tranſmiſſi per tenue foramen nunquam efficiant Spectrum magis longum quàm latum, quandoquidem exiguam tantummodo Priſmatis partem occupant; attamen, ſi foramen ita augetur ut totum Priſma à Solis Radiis illuſtretur, illicò diſpicies Spectri longitudinem non parum latitudinem excedere; qui exceſſus ſemper eò major erit, quò magis Priſmatis longitudo latitudinem ſuperat. Hinc deduco, quòd Spectrum, à docto Auctore viſum magis longum, quàm latum, effectum non erat à veris Radiis ſolaribus, ſed ab iis, qui ab aliquâ fulgente Luce profluebant, ut dictum fuit; quapropter, quòd *Lucis Theoria* hoc *experimento* innixa ſtare non poteſt.

Qua

Num. 110. Quæ hìc dicta ſunt hac unâ egent confirmatione, mero experimento, quod quilibet ſtatim inſtituere poteſt; neque ego hac occaſione periculum iſtud feci, ſed ferè elapſi ſunt triginta Anni, ex quo illud unà cum pluribus aliis experimentis ad Lucem pertinentibus oſtendi digniſſimo experimentalis Philoſophiæ Promotori Kenelmo Dygbæo, cùm, huc profectus ut Spadenſibus aquis uteretur, ſeſe nonnunquam in meum Cubiculum obſcuratum (*Leodii*) reciperet, ut videret varia Lucis phænomena effecta diverſis Refractionibus & Reflexionibus, obſervationes in illa faciens; quâ arte ſi uſus eſſet Newtonus, cùm memoratam inæqualitatem, quâ differt hujus Spectri colorati longitudo ab ejuſdem latitudine, explicare conatus eſt, nunquam opus hoc, quod perfici nequit, ſuſcepiſſet.

Supereſt, honoratiſſime Domine, ut te certiorem facias, quòd res à mente meâ prorſus aliena accideret, ſi error, de quo hìc verba feci, labeculam aliquam doctiſſimi hujus Viri famæ adſpergeret. Egomet ipſe in errorem eundem potuiſſem incidere, ſi, cumprimùm periculum illud inſtitui, Sol albâ nube fuiſſet involutus, ut illi accidiſſe videtur. Quapropter, tibi negotium ulteriùs faceſſere deſinens, me declaro.

Tibi obſequentiſſimum

A. D. 6. Octob. 1674.

Franciscum Linum.

ART.

ART. XXIII.

Reſponſio ad ſuperiorem Epiſtolam.

LITTERÆ, quas ad me dandas cenſuiſti complectentes animadverſiones quaſdam in NEWTONI Theoriam de Luce, & Coloribus innixam experimento illi, quo Solis Radius per exiguum foramen in obſcurum Cubiculum inmittitur, nullà alià reſponſione videntur egere præter hanc, quòd nempe tibi libeat conſiderare Schema additum ſecundæ NEWTONI reſponſioni ad Patrem PARDIES; & pro certo habere, quòd experimentum, quale ibi delineatum eſt, inſtitutum fuit die ſereno; & Priſma poſitum, quam-maxime fieri potuit, prope feneſtræ foramen, ita ut nullus Luci locus ſupereſſet ad divaricandum; atque quòd imago colorata, hinc exorta, non erat parallela, (ut conjicis,) ſed ad Axem Priſmatis tranſverſa. Ibidem. pag. 219.

ART. XXIV.

Epiſtola FRANCISCI LINI *ad Editorem data* Leodii *A. D. viceſimum quintum Menſis Februarii* An. 1675. ſt. n., *quâ reponitur litteris editis ſub* Num. 110. *continentitibus reſponſionem ad primum ejuſdem* LINI *Epiſtolam de* ISAACI NEWTONI Theoriâ de LUCE & COLORIBUS.

HONORATISSIME DOMINE.

Tranſ. Philoſ 24. Menſ Jan An. $167\frac{5}{6}$. Num. 111. pag. 499.

IN litteris ad me datis A. D. decimum ſeptimum Menſis Decembris, & mihi redditis tantùm circa Januarii finem, ais mihi pro certo habendum eſſe, *primò*, quòd dies erat ſerenus cùm periculum initum fuerat; *ſecundò*, quòd Priſma ita propè foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuiſſet; *tertiò*, quòd imago non, (ut ego conjeceram,) parallela erat ad Priſmatis Axem, ſed tranſverſa.

Fateor, Domine, quòd aſſertiones iſtæ, ſi admittantur, omnino deſtruunt, quod dixeram, NEWTONUM ſcilicet à fulgidâ nube fuiſſe deceptum. Sed ſi eas comparemus primæ hujus experimenti enarrationi ab ipſo NEWTONO ſcriptæ, evidenter conſtabit illas admitti non poſſe, utpote frontibus adverſis pugnantes cum iis, quæ in illâ narratione traduntur. Etenim ibi habetur, quòd *extremitates imaginis coloratæ, quæ in oppoſitum parietem diſpiciebatur, & cujus longitudo, quinquies, præterpropter, latitudine major erat, videbantur ſemicirculares.* Attamen

men iſtæ *ſemicirculares extr. mitates* nunquam apparent die ſereno, quemadmodum oſtendit experientia. Hinc ſequitur, quòd, contra *primam* aſſertionem, periculum factum non fuit die ſereno. Sed hæ ſemicirculares extremitates nunquam videntur, cùm Priſma omnino prope foramen poſitum eſt; quod opponitur *ſecundæ* aſſertioni. Pariter nunquam diſpiciuntur, quando imago tranſverſa eſt ad longitudinem Axis Priſmatis, quòd directò obverſatur *tertiæ* aſſertioni. Si verò, cùm res aliquo ex tribus hiſce modis ſe habent, imago adeò magis longa eſt, quàm lata, (quod facilè fieri poteſt aliquantisper convertendo Priſma circa ſuum Axem) ut longitudo ferè quinquies latitudine major ſit, tunc altera imaginis extremitas figuram induet acuti Coni ſive Pyramidis ſimilis flammæ è Candelâ promananti, altera autem Coni paulò obtuſioris, quarum figurarum utraque longè abeſt ut ſemicircularis videatur. Sed, ſi imago excuditur cùm Cœlum ſerenum non eſt, ſed fulgentibus nubibus obductum, & ſi Priſma non ponitur propè foramen, ſed commodo intervallo diſſitum ab illo, (ut poſitum vides in Schemate experimenti N. 84. *pag.* 4091 *, Tranſ. Phil. at *pag.* 320. hujus,) tunc hæ ſemicirculares extremitates ſemper apparent, & imaginis latera ſunt rectilinea, ad amuſſim ſecundùm NEWTONI deſcriptionem. Neque tamen longitudo imaginis tranſverſa eſt ad Priſmatis Axem, ſed parallela. Unde manifeſtò conficitur, quòd neque experimentum factum fuit die ſereno, neque Priſma ſitum ad foramen ipſum, neque tandem imago tranſverſa: ſed per fulgentem nubem; & imagine exiſtente parallelâ, (ut ego conjeceram;) & ſpero te ipſum nunc faſſurum, quòd optimo jure conjecturam hanc feceram, quandoquidem tam bene cum narratione convenit. Quod etiam tibi monſtrabitur ab experientiâ, ſi libeat periculum facere, ut factum fuit in obſcuro Cubiculo, & obſervare diſcrepantiam, quæ inter imaginem effictam per fulgentem nubem, & eam, quæ ſufficitur ab immediatis Solis Radiis, intereſt; nam, illam ſemper parallelam & extremitatibus ſemicircularibus definitam comperies; hanc verò tranſverſam terminatámque extremitatibus pyramidalibus, ut ſupra dictum fuit, quandocunque magis longa quàm lata apparebit.

FRANCISCI LINI Repoſitio ad ſuperior reſponſ.

* *Tranſ. Phil.*, & pag. 320. hujus.

Sed

Num. 121. Sed & alia deducere licet ex eâdem narratione, quibus imaginem non tranſverſam fuiſſe demonſtretur. Si enim tranſverſa fuiſſet, Newtonus in *Opticis* tam verſatus, admiratione captus non fuiſſet, (ut ſe fuiſſe teſtatur,) videns ejus longitudinem tantò latitudinem ſuperare; quod eſt phænomenum obvium, & quod facilè per vulgares Refractionum leges explicetur. Etiam locus ille, (in quo dicit, quòd in hoc experimento Refractiones Radiorum incidentium æquales erant Refractionibus Radiorum emergentium,) rurſus evincit quòd memorata oblonga imago erat non tranſverſa ſed parallela. Nam, fieri non poteſt, ut imaginis tranſverſæ longitudo tantò latitudine major ſit, quin iſtæ duæ Refractiones valde fiant inæquales; ut computatio inita ſecundùm vulgares Refractionum leges, & experientia conſpirantes teſtantur. Quapropter immeritò Newtonus Patrem Pardies incuſat (*pag.* 4091. Tranſactionum, & *pag.* 320. hujus) quaſi hallucinatus eſſet, dum duas haſce Refractiones valdè inæquales (*pag.* 4c8. Tranſactionum, & *pag.* 317. hujus) poſuit. Siquidem Vir ille in Opticis eruditus optimè perſpexit, quòd die ſereno tanta longitudinis & latitudinis diſparitas accidere non poſſet, niſi duæ illæ Refractiones pariter valde diſpares fierent. Hi duo loci, inquam, primo addi poſſent, & ampliore explicatione donari, ſi opus eſſet. Quod cùm neceſſe non ſit, te amplius in his detinere deſino.

ART.

Digitized by Google

ART. XXV.

ISAACI NEWTONI

Conſiderationes in ea, quæ ſuperiùs repoſita fuerunt, unà cum quibuſdam monitis de ratione rectè inſtituendorum experimentorum controverſorum; miſſæ ad Editorem è Cantabrigiâ *A. D. decimum tertium Menſis* Novembris *An.* 1675.

DOMINE.

Cum à te mihi oſtenſæ fuerunt ſecundæ Lini litteræ, memini me dixiſſe, quòd reſponſionem ſcribere arbitrabar negotium inutile; quandoquidem diſputatio non erat de ratiocinio aliquo, ſed de bonâ fide meâ in referendo experimento quodam, cujus eventum ille negat futurum, qualis in meâ editâ Epiſtolâ deſcriptus eſt. Hæc autem diſputatio verbis dirimi nequit, ſed experimento rurſus inſtituto. Ibidem pag. 501.

Intelligere nequeo quidnam Linum fefellerit; ſed ſuſpicor illum hoc experimentum non feciſſe poſtquam meam Theoriam legit, ſed niti veteribus notionibus, quibus ſe imbuerat antequam illi injecta fuiſſet aliqua cogitatio obſervandi figuram imaginis coloratæ. Quapropter eum rogo, ut, antequam reſponſiones iteret, ſemel illud tentet, ut ſibi ipſe ſatisfaciat, & quidem hoc pacto.

Accipiat

Num 121. Accipiat aliquod Priſma, & illud ita collocet ut Axis ejus angulos rectos cum Radiis ſolaribus conſtituat, & in hoc ſitu illud ponat, quam-maximè poterit, prope foramen, per quod Sol obſcurum Cubiculum irradiat, quod foramen Piſi craſſitiem, circiter, habere debet. Deinde lentè Priſma circa Axem ſuum convertat, & videbit Colores moveri per oppoſitum parietem, principio quidem illum locum verſùs, ad quem ferretur directa Solis linea ſi Priſma abeſſet, deinde verò retroverſùm. Quando Colores ſunt ad amuſſim inter haſce duas oppoſitas motiones, hoc eſt, quando ſunt quam-proximi loco, ad quem directi ſolares Radii tendunt, tunc Priſma immotum detineat; tunc enim Radii æqualiter ab utroque Priſmatis latere refringuntur. Priſmate hunc ſitum occupante, Colorum figuram obſervet, quam comperiet, non rotundam, ut contendit, ſed oblongam, & quidem eò magis oblongam, quò major eſt ille Priſmatis angulus, quem reflectentia plana comprehendunt, quóque remotior à Priſmate eſt paries, in quem Colores incidunt; Colores autem rubeus, flavus, viridis, cæruleus, purpureus, ordine diſpoſiti, ab altero figuræ latere aliud verſùs non tendunt, ut ſecundùm Lini conjecturam, ſed ab unâ ad alteram extremitatem; & longitudo figuræ ad Priſmatis Axem parallela non eſt, ſed tranſverſa. Hoc pacto ego experimentum inſtitui, quod felicem ſucceſſum non ſortietur, niſi dies ſerenus ſit, & niſi Priſma poſitum ſit ad foramen ipſum, aut ſaltem adeò prope illud, ut Solis Lux, quæ per foramen tranſjicitur, per Priſma etiam ita tranſmeare poſſit, ut ſub rotundâ formâ appareat, ſi papyro, ſtatim ac Priſma tranſgreſſa eſt, intercipiatur.

Cùm hoc periculum fecerit Linus, ulteriùs, quæſo, tranſire dignetur, & illud inſtituat, quod appello *experimentum Crucis.* Quando enim hæc tentaverit, (quæ cùm neget, perſpicio eum illa non tentâſſe, ut erant tentanda,) arbitror quòd animus ejus expletus erit.

Memini, quòd, poſt tres aut quatuor dies, ex quo mihi copiam feciſti legendæ ſecundæ Epiſtolæ à Lino ſcriptæ, eâ de cauſâ oſtendi primum ex his duobus experimentis nobili illi Viro, quo

quocum eram tum cùm tu me, ob idipſum, viſum veniſti; dum verò huic experimentum iſtud oſtenderem, venit A. H. (Regiæ Societatis Membrum) cui pariter illud monſtravi. Et meminiſſe potes, quòd R. H. ante hos duos aut tres annos, in litteris lectis coram Regiâ Societate atque ad me miſſis, teſtimonium dixit tum pro hoc ipſo experimento quod Linus in dubium revocat, tum pro omnibus illis, quæ continentur in meâ primâ de *Coloribus* Epiſtolâ, ut de experimentis quæ ipſe fecerat; & cùm Lini litteras legiſti in ejuſdem Societatis conſeſſu, & dignatus es rogare ut hæc experimenta coram Societate iterarentur, R. H. de illis verba fecit tanquam de rebus in controverſiam non revocandis. Sed ſi nondum coram illâ fuerunt inſtituta, & Sociorum aliquis, homo Lino certus ac fidus, de iis dubitat, me ad nutum hæc experimenta oſtenſurum polliceor, ubi adeò felix ero, ut ſæpius Regiæ Societatis conſeſſibus adeſſe poſſim; neque rem intricatam futuram ſpero, ſiquidem perfici poſſunt, (quanquam non tam bene,) etiam Cubiculo non obſcuro, & uno horulæ octante. Licèt, ſi Linus ea negare pergit, optarem ut fierent antequam opportunitas ferat ut apud eos ſim.

Newtoni Conſiderat in ſuperiora.

ART.

ART. XXVI.

****

Excerptum ex Epiſtolâ GASCOINII *ex* LINI *nuper mortui Diſcipulis ad Editorem datâ A. D.decimum quintum Menſis Decembris An.* 1675. Leodii, *in quâ continentur ſequentia verba, ad quæ ſpectare videtur ſequens* NEWTONI *Epiſtola, quocum fuerunt communicata.*

Ibidem pag. 503. *marg.*

SÆPIUS experimentum memoratum tentavit LINUS, (nuper mortuus,) & plures ad illud videndum appellavit, & non ægrè oſtendit omnibus illis, qui, aut fortè in ejus Cubiculum venerunt dum illud conficeret, aut vel minimum illius perſpiciendi deſiderium teſtati ſunt; ita ut, quod ad experimentum attinet, hinc NEWTONO, nobis inde par ſit confidentia, quibus planè perſuaſum eſt, quòd difficilè ſtabit NEWTONI experimentum, niſi fortè diverſa ponendi Priſmatis ratio, aut foraminis amplitudo, aut aliqua ſimilis circunſtantia pariat diſcrimen, quod inter nos intercedit.

ART.

ART. XXVII.

****

Excerptum ex alterâ Epiſtolâ à NEWTONO *ad Editorem datâ A. D. decimum Menſis Januarii, An.* 167$\frac{5}{6}$, *ubi de eodem argumento agitur.*

EX GASCOINII litteris ſuſpicari quis poſſet LINUM experimentum inſtituiſſe aliâ, ac ego, ratione; quapropter ex- Ibidem pag 556. pectabo donec ab ejus Amicis factum fuerit eo modo, quo nuper faciendum eſſe ſignificavi. Ad quod experimentum perficiendum prodeſſe poterit ſcire quòd Priſma plures imagines miniſtrat. Harum prima eſt oblonga & Coloribus diſtincta, de quâ verba facio; & hæc duabus tantummodò Reflexionibus obtinetur. Altera fit duabus Refractionibus, & unâ intercedente Reflexione; atque ea longa eſt ac Colorum expers, ſi anguli Priſmatis accuratè ſunt æquales; erit autem Coloribus prædita, ſi anguli ad baſim reflectentem ſint inæquales, & quidem eò magis in eâ Colores apparebunt, quò magis anguli iſti ſint inæquales, ſed etiam eò magis à rotundâ figurâ diſcedet, niſi tamen anguli maximè ſint inæquales. Tertia imago conficitur unicâ Reflexione, & hæc ſemper rotunda & Colorum exſors. Dumtaxat autem timendum eſt ne per errorem *ſecunda* loco *primæ* habeatur. Sed alia tamen ab aliâ diſcerni poteſt, non ſolùm, quia *prima* eſt oblonga vividíſque Coloribus picta, ſed etiam quia altera altero modo movetur. Etenim, dum Priſma ſemper eaſdem partes verſùs circa ſuum Axem convertitur, *ſecunda* & *tertia* celeriter moventur, & ſemper ad eaſdem partes eunt, donec evaneſcant; *prima* verò lentè movetur, & ſemper lentior fit, donec ſtet, deinde regreditur, &

Digitized by Google

Num. 111. retroverſùm it ſemper velociùs, quouſque evaneſcat in loco illo, in quo videri cœperat.

Si Cubiculo non obſcurato, Priſma ſtatuunt prope ligneam feneſtram, in apertâ Solis Luce, ita ut Axis Priſmatis rectos angulos cum ſolaribus Radiis conſtituat, & deinde Priſma circa Axem ſuum convolvant, fieri non poteſt quin primam imaginem conſpiciant; quâ inventâ, papyrum bis aut ter in ſe replicare poſſunt, illámque circa meditullium perterebrare foramine lato circiter tertiam, aut tres quartas Pollicis partes, & ponere ſtatim ante Priſma, ita ut Sol per foramen hoc in Priſma Radios ſuos conjiciat; tunc autem, Priſmate retento & firmiter fixo in eo ſitu in quo imaginem ſtantem & immotam præbet, ſi imago directè cadit in oppoſitum parietem ſive papyrum à Priſmate remotam quindecim vel viginti pedibus, vel etiam ampliùs, imaginem videbunt oblongâ facie, ejúſque extremitatem alteram Color rubeus, alteram purpureus, meditullium autem viridis ad cæruleum vergens occupabunt. Et ſi Cubiculum, quam-maximè poſſunt, obſcurum reddunt aulæis obductis aut alio quocunque pacto, ſic Colores valde conſpicuos obtinebunt.

Hæc ita ſingulatim ſum perſecutus, ut quicunque tandem, in cujus manibus inciderit Priſma, poſſit nullâ difficultate & labore, experimentum iſtud inſtituere. Quod poſtquam hoc pacto confecerint Amici Lini, progredi poſſunt ad illud repetendum in obſcuro Cubiculo, cujus lignea feneſtra perforata ſit. Tunc mittant, quæſo, deſcriptionem in quâ ſingulatim & perſpicuè narrent rationem, quâ illud exſecuti fuerunt. Rem etiam mihi jucundam facerent, ſi me docere vellent quo pacto Linus hactenus hæc tentavit, ut,quid contra me facere poſſit, animadvertam.

ART.

ART. XXVIII.

* *

Peculiaris reſponſio ISAACI NEWTONI *ad Epiſtolam* FRANCISCI LINI *editam ſub* Num. 121. *pag.* 499 (*Tranſact.*, *&* *pag.* 378. *hujus*) *de experimento pertinente ad novam* doctrinam de LUCE & COLORIBUS. *Hanc reſponſionem complectebatur Epiſtola ad Editorem data* Cantabrigiæ *A. D. undetriceſimum Menſis Februarii* An. $167\frac{6}{9}$.

EX LINI Epiſtolâ, cùm eam legiſſem quando tu mihi illam legendam præbuiſti LONDINI, nihil aliud retinere potui, quàm, in genere, LINUM inficiari, quæ ego affirmaveram, quapropter nuper nihil peculiariter aut ſingillatim reponere licuit; ſed cùm illius iterum perlegendæ facultatem in Tranſactionibus habuerim, vidi quòd ille tibi ſuadere vult deſcriptionem experimenti hujus à me ſuffectam neque cum meis editis litteris, neque cum experientiâ conſentire: quapropter, nequis, qui haſce litteras non legerit, ſilentium de hac re meum pro confeſſione accipiat, non extra rem duco nonnulla ad te perſcribere, quibus ad hæc reſpondeam. Tranſ. Philoſ 25 Menſ. Mart An. 1676. Num 123. pag. 556.

Ait, quòd dum eum certiorem facis, quòd, primò, *dies erat ſerenus cùm periculum in tum fuerat.* Secundò, *quòd Priſma ita prope foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuiſſet.* Tertiò, *quòd imago non parallela erat ad Priſmatis*

 Axem,

Num. 123. *Axem, ſed tranſverſa*; quòd, inquam, *ſi* aſſertiones *has comparemus primæ hujus experimenti enarrationi à* memet-*ipſo ſcriptæ* in Philoſophicis Tranſactionibus Num. 80. pag. 3076., Tranſact. (& pag. 279. & ſeq. hujus,) *evidenter conſtabit illas admitti non poſſe, utpote frontibus adverſis pugnantes cùm iis, quæ in illâ narratione traduntur.* Rationes, quibus innititur, hæ ſunt.

Primò, quòd ego dixeram, *quòd extremitates imaginis coloratæ videbantur ſemicirculares, id quod*, dicit ille, *nunquam accidit, cùm res eſt aliquo ex tribus biſce modis.* Atqui id eſt me, non contra memetipſum, ſed contra experientiam, in pugnam adducere: etenim experimentum ibi deſcribitur tamquam ſucceſſu gaudens, dum res omnibus illis tribus modis ſe habent; & etiam nunc affirmare pergo id eventurum eſſe. Alii experimentum ineant & judicium ferant.

Aſſerit inſuper, *quòd Priſma ſitum eſt ad aliquod à foramine intervallum in ſchemate experimenti Num.* 84. *pag.* 4091.
TAB. II. *Tranſact.*, (& pag. 320. hujus, *Fig.* 7). Sed, quid inde? Schema illud ad demonſtrationem pertinet, non ad experimentum, & demonſtrationi inſerviſſet etiamſi hoc intervallum vicies majus poſitum fuiſſet, quàm eſt. In ſchematibus experimenti Num. 80.
TAB. I. pag. 3086. Tranſ. (& pag. 293. hujus, *Fig.* 2.) atque Numeri
TAB. II. 82. pag. 5016. Tranſ. (& pag. 332. hujus, *Fig.* 9.) delineatum eſt prope foramen, & ſatìs prope in Schemate Num. 83. pag.
TAB. II. 4061. Tranſ. (& pag. 314. hujus, *Fig* 5.)

Sed Lino placet Oculos occludere hiſce Figuris, & eligere Figuram demonſtrationis, & quidem Figuram, à quâ foramen prorſum abeſt. Etenim Schema Num. 84. pag. 4091. (*Vide Fi-*
TAB. II. *guram* 7.) ejuſcemodi eſt, & in eo tantum non eſt Radiorum intervallum ad G L, ut foramen, ſi delineatum eſſet, ibi poni non potuiſſet, & eos tamen comprehendere. Sed ſi ſtatuere volumus foramen ad x, ubi Radii ſeſe decuſſant; nihil tamen inde conficietur, quandoquidem intervallum x G, ſive x L eſt, circiter, dimidiata latitudo lateris Priſmatis ($\frac{1}{2}$ A C) quod, opinor, non æquat viceſimam partem intervalli, quod ſecundùm ejus conjecturam requiritur.

Tertiò

Digitized by Google

Tertiò addit, quòd *alia deducere licet ex eâdem narratione, quibus imaginem non tranſverſam fuiſſe demonſtretur. Si etenim tranſverſa fuiſſet*, Newtonus *in* Opticis *tam verſatus admiratione captus non fuiſſet*, (*ut ſe fuiſſe teſtatur,*) *videns ejus longitudinem tantò latitudinem ſuperare*; *quod eſt phænomenum obvium, & quod facilè per vulgares Refractionum Leges explicetur.* Sed è contra, potiùs dici poteſt, quòd, ſi imago parallela fuiſſet, nunquam admiratione captus eſſem, illam videns tantò magis longam quàm latam; eſt enim phænomenum maximè obvium, & nullá indigens explicatione. Etenim illi, qui communi ſenſu non carent, perſpicientes totum Priſma, aut ferè totum Radiis illuſtratum, nonne expectabunt in pariete Lucem eâdem præditam figurâ oblongâ, quam habet dum è Priſmate egreditur? Itaque Linus, dum ratiocinium ſuum confirmare vult me dicens in Opticis valde peritum, illud deſtruit. Sed, quoniam dicit *Longitudinem imaginis me nullâ admiratione afficere debuiſſe, ſi imago fuiſſet tranſverſa, cùm id ſit valde obvium, & quod facilè per vulgatas Refractionum leges explicetur.* Age, quilibet ſumat experimentum integrum, quale à me traditum fuit, hac videlicet Lege, ut *Refractiones ad utrunque Priſmatis latus ſint æquales*, & inter ſe conciliare tentet illud & vulgatas Refractionum leges. Contra, hoc fieri non poſſe inveniet à me demonſtratum fuiſſe in meâ ad Patrem Pardies reſponſione Num. 84. pag. 4091. Tranſ., (& pag. 319. hujus).

Newtoni Peculiaris ad Linum reſponſio.

Denique objicit, quòd *locus ille, in quo* dico *quòd in hoc experimento Refractiones Radiorum emergentium æquales erant Refractionibus Radiorum incidentium*, Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (& pag. 281. hujus,) rurſus evincit imaginem oblongam fuiſſe parallelam. Veruntamen hæc ipſa aſſertio ſatìs probat me contrarium intellexiſſe, quia eſt valde à propoſito aliena, cùm accipitur de imagine parallelâ, & valde neceſſaria, cùm de tranſverſâ. Quapropter quæ ſubjicit de Patre Pardies, omittere poterat, præſertim cùm doctus ille Vir orationem meam de tranſverſâ imagine intellexerit, & meis reſponſionibus acquieverit.

Num.123. Hactenus ad Lini Epiſtolam reſpondi. Nunc, ut ejuſcemodi ſuſpiciones ab ejus Amicis auferam, ſi illis non ſufficit mea meæ ſententiæ declaratio, afferam nonnullos alios locos ex meis litteris, quibus cognoſcere poſſint, quomodo quæ dixi de ſæpius memoratis tribus hiſce circumſtantiis, ab initio fuiſſent intelligenda.

Quod ad *Diem* pertinet, ubique apertè dixi, quòd experimentum factum fuerat in Luce ſolari, & in Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (& pag. 281. hujus,) quòd imaginis latitudo, juxta menſuram, Solis Diametro reſpondebat. Sed, quia me falſum eſſe contenditur, rogo quomodo experimentum, quale narratum eſt ubi illud voco *Experimentum Crucis*, perfici poſſit die nubilo. Si enim *experimentum Crucis*, (cui totus innitor,) factum fuiſſe nequit die nubilo, extra rem eſt de die nubilo verba facere in primo experimento, quod tantummodo ad hoc introducit. Quo ſi contenti non ſunt, conſulant Tranſactiones Philoſophicas Num. 83. pag. 4060, (& pag. 313. hujus,). Ibi etenim dico quomodo, Lente ad Priſma applicatâ, rectilineæ extremitates oblongæ imaginis fiant magis diſtinctæ, quàm cùm Lens adhibita non fuerat. Quod accidere nequit, cùm adeſt fulgens Lini nubes.

Veniamus ad *Priſmatis poſitionem.* Tibi dixi, Num. 80. pag. 3076. Tranſ., (& pag. 280. hujus,) quòd ego Lucem in obſcurum Cubiculum *ingredientem Priſmate excepi*, & pag. 3085. Tranſ., (at pag. 292. hujus,) quòd *lignea feneſtra foramine terebratur, & huic foramini aptatur Priſma*; atque paginâ proximâ, quòd *ABC repræſentat Priſma prope foramen F ligneæ feneſtræ EG:* & juxta hæc prope foramen in Figurâ delineatum perſpicitur. Pariter pag. 3077. Tranſ., (& pag. 280. hujus,) dico quòd imago *à foramine vel Priſmate diſtabat viginti duobus pedibus*; quod in idem recidit ac ſi dixiſſem Priſma, (puta, Priſmatis latus foramini propinquius,) æquè diſtare ab Imagine ac foramen ipſum, & idcirco Priſma & foramen eſſe quam-proxima. Et pag. 3078. Tranſ., (& pag. 283. hujus,) ubi pro ligneá feneſtrá adhibeo aſſerem ſolutum, te moneo expreſſis verbis, quòd aſſerem *collocavi ſtatim poſt Priſma.* Omnes hi loci in ipſâ meá primâ Epiſtolá de Coloribus agente leguntur. Quis igitur

credere

Digitized by Google

credere poſſet, quòd aliquis, qui hanc Epiſtolam legerit, ſuſpicaretur me Priſma poſuiſſe ad aliquod notabile à foramine intervallum, nedum ad tantum, quantum LINUS ſupponit. NEWTONI Peculiaris ad LINUM reſponſio.

Nunc de *imaginis poſitione* loquamur. Ea repræſentatur tranſverſa ad Priſmatis Axem in Figuris pertinentibus ad Numeros 80. 83. & 85; & Num. 88. pag. 5093, Tranſ, (& pag. 346. hujus,) ubi utor duobus Priſmatibus ſe decuſſantibus, dico tibi totidem verbis imaginem ad utrumque tranſverſam fuiſſe angulo quinque & quadraginta graduum. Item computatio Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (& pag. 280. & ſeq. hujus,) intelligi nequit, niſi imago parallela fingatur. Sed neque meæ de diverſâ Refrangibilitate notiones alio pacto poſſunt intelligi. Etenim in LINI ſuppoſitione Radii, qui tendunt ad duas imaginis extremitates, æqualiter ſunt refracti. Quòd ad Colores ſpectat, rubeus, juxta meam deſcriptionem, alterum imaginis extremum occupat, alterum verò cæruleus, quod locum habere nequit niſi in tranſverſâ imagine. Quod etiam demonſtrari poteſt ex iis, quæ narro Num. 80. pag. 3076. Tranſ., (& pag. 280. hujus,) de oblongâ imagine, quæ in orbicularem mutatur contrariâ ſecundi Priſmatis Refractione, & quæ explanantur in Num. 83. pag. 4061. Tranſ., (at pag. 314. hujus,). Nam hæc non poſſunt evenire in parallelâ LINI imagine: quapropter, ſi ad hæc LINUS animum advertiſſet, nunquam in hanc cogitationem lapſus eſſet.

Hæc, arbitror, ſufficiunt, ad tres memoratas circumſtantias in apricum proferendas; &, harum ſingulas eviciſſe ſatìs eſt ad ſcrupulos omnes eruendos. Itaque LINI Amici nullum locum habent verendi, ne monita, quæ nuper iis miſi de ratione periculi ineundi, diverſa ſint ab iis, quæ ipſe ab initio ſecutus ſum, neque de ullâ re ſolliciti debent eſſe, quàm de experimento rectè conficiendo. Attamen, quoniam GASCOINIO libuit inſinuare me mihi non ſatìs conſtare dum viam inſtituendi experimenti monſtro, moleſtum non ducam, omnia quæ de hac re dixi, in certa capita diſtribuere, & indicare ubi unumquodque caput reperire liceat.

Primò,

Num. 123. *Primò*, de Priſmate habente angulum ſexaginta, aut quinque & ſexaginta graduum, circiter, agitur Num. 80. pag. 3077., Tranſ., (& pag. 281. hujus,) & 3086. Tranſ. (at 293. hujus.) Si angulus eſſet ſexaginta trium, circiter, graduum, ut illo Priſmate, quo me uſum dico Num. 80. pag. 3077, (& pag. 281. hujus,) omnia comperirentur ad amuſſim ſuccedere ſecundùm deſcriptionem à me ibi traditam. Si verò eſſet major vel minor, veluti triginta, quadraginta, quinquaginta, aut ſeptuaginta graduum, Refractiones eſſent proportionaliter majores vel minores, & idcirco imago longior vel brevior. Si Priſma foret, quamproximè, æquilaterum, (qualia paſſim eſſe reor in omnibus regionibus, ut in Britanniâ,) maximus angulus adhibendus eſt. Sed cavendum, ut ita diſponatur Priſma, ut Refractiones fiant à duobus Planis maximum angulum hunc comprehendentibus. Dum nonnulla, quæ ſunt in Lini epiſtolâ, conſidero ferè eò ducor, ut ſuſpicer illum in hoc erraſſe, quòd crediderit imaginem æquè longam exorituram ex parvâ Refractione, atque ex magnâ; ſed cùm hic error tantus ſit, ut in Virum in Opticis verſatum cecidiſſe credi non poſſit, nihil affirmo, ſed hæc tantummodo Gascoinio indico, ut omnia ponderare poſſit.

Secundò, hoc Priſmate parato, ita locandum eſt, ut ejus Axis rectos angulos cum Radiis conſtituat, Num. 84. pag. 4091. lin. 18. 19. Tranſ., (ſed pag. 320. lin. 12. 13. hujus). Exiguus error circa hoc, effectum, quod Senſibus noſci poſſit, non immutat.

Tertiò, Priſma ſic aptari debet, ut Refractiones, quæ à duobus ejus lateribus fiunt, ſint æquales, Num. 80. pag. 3077. Tranſ. (& pag. 281. hujus,) id quomodo expeditè fieri poſſit convertendo Priſma circa ſuum Axem, & immotum illud ſiſtendo, quando imaginem inter duas contrarias motiones ſtare conſpicis, tum explicatur in ultimis meis deſcriptionibus, tum innuitur in anteriori Numero 80. pag. 3077. lin. 34. 35. 36. Tranſ. (& pag. 282. lin. 2. 3. 4. hujus). In hoc etiam ſi parvus error accideret, nocere non poſſet.

Quartò,

Digitized by Google

Quartò, foraminis diametrum ſtatui quartæ pollicis partis, Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (ac pag 281. hujus,) prope quod poſui Priſma, & etiam adeò prope ut eſſet contiguum (ibidem). Veruntamen hæc omnia ſollicitè & religioſè ſervare nihil eſt neceſſe. Foramen poteſt eſſe alicujus alterius amplitudinis, & Priſma ad aliquod à foramine intervallum, dummodo res ita ſint diſpoſitæ, ut Lux ſub rotundâ figurâ conſpiciatur, ſi, ſtatim ac à Priſmate egreditur, ad rectos angulos intercipiatur. Sed, neque dies eſt anxiè deligendus. Clariſſimus quiſque optimus eſt; ſed ſi qua nubes adeſſet, non inde multum detrimenti acciperet experimentum, dummodo Sol diſtinctè per nubem eluceret.

NEWTONI Peculiaris ad LINUM reſponſio.

Hiſce hoc pacto diſpoſitis, Lux refracta ad rectos angulos incidens in parietem vel papyrum ad viginti pedum intervallum à Priſmate, aut ampliùs, oblongam habebit faciem, eritque ad Axem Priſmatis tranſverſa, ejúſque extremitatem alteram Color rubeus, alteram verò purpureus tenebunt, atque illius longitudo, quinquies, (plùs aut minùs pro Refractionis quantitate,) latitudine major erit, latera ejuſdem erunt rectilinea, & extremitates confuſæ, ſed quæ ſemicirculares videantur.

Quapropter ſpero futurum, ut LINI Amici non diutiùs in incongruis cogitationibus hæreant, ſed experimentum tentent, ut GASCOINIUS eſt pollicitus. Atque, cùm tibi GASCOINIUS dicat, quòd, *quoniam experimentum ipſum eſt inſolitum & admirandum, & quoniam, præterea, ducit ad nova Optices principia, quæ communibus atque receptis ſunt adverſa, difficile erit de illius veritate perſuadere, donec omnibus ita ſit manifeſtum, ut pudor ſit illud inficias ire:* ſi hoc experimentum tàm inſolitum exiſtimat, poteſt habere privilegium reddendi id adeò manifeſtum, ut pudor ſit illud inficias ire. Etenim audeo affirmare, nullum, poſt ejus teſtimonium, de eo dubitaturum. Neque dubito, quin ad experimentum hoc perficiendum perveniat; eſt enim tam planum atque facile, ut mente complecti nequeam quam viam inierit LINUS, ut aberraret.

Dat. *Cantabrigiæ* ad diem viceſimum nonum Menſis Februarii, Ann. $167\frac{5}{6}$.

ART. XXIX.

Epiſtola data Leodii *pertinens ad* Newtoni *experimentum de* Spectro colorato, *& continens nonnullas exceptiones ad ejus* Theoriam de Luce & Coloribus.

HONORATISSIME DOMINE.

Tranſ. Philoſ. 25. Menſ. Sept. An. 1676 Num 128. pag 692.

Cum Gascoinius, acceptis humaniſſimis litteris tuis datis A. D. duodeviceſimum Menſis Januarii, cum novis Newtoni monitis, careret commodis ad experimentum ſecundùm memorata monita conficiendum neceſſariis, me rogavit ut quod illi deeſt ſupplerem. Quibus adductus plura tentamina confeci, de quorum exitu te monitum volo, hiſque ſubdam nonnullas exceptiones experimentis innixas in Newtoni Theoriam de Luce & Coloribus.

Mei Priſmatis angulus verticalis erat ſexaginta graduum; paries, in quem incidebat coloratum *Spectrum*, à feneſtrâ diſtabat octodecim, circiter, pedibus; diameter foraminis, quo lignea feneſtra terebrata erat, non multùm aberat à pollicis quadrante, eámque diametrum, cùm uſus fuit, ad medietatem uſque redegi, ſed eventus, quod ad maximum experimenti momentum ſpectat, ſemper idem fuit. Utrumque Priſmatis latus, quantùm quidem efficere potui, Refractiones æquales præbebat; quæ idcirco erant graduum octo & quadraginta cum quadraginta minutis, computatâ refractivâ vitri facultate ſecundùm rationem ſinuum ut 2 ad 3. Priſma à feneſtræ foramine remotum erat intervallo, circiter, duorum pollicum; Cubiculum autem æquè erat obſcurum ac nox obſcuriſſima, cùm ſcilicet feneſtræ foramen erat obſtructum.

Quod

Digitized by Google

Quod ad meorum tentaminum exitum pertinet; ſemper comperi longitudinem imaginis coloratæ (tranſverſæ ad Priſmatis Axem) admodum ejus latitudine majorem, quotieſcunque ſereno die periculum aggreſſus ſum: cùm verò aliqua nubes fulgida fuit prope Solem, aliquando conſpexi imaginem ad amuſſim, qualem LINUS tibi deſcripſerat, videlicet magis latam quàm longam, præſertim cùm inter Priſma & foramen intervallum magnum intercedebat; quod experimentum cum receptis quoque Refractionum legibus conciliari poſſe non inficiabitur, puto, NEWTONUS. Et ſanè, facilè inter ſe conciliari poſſunt, tum duorum horum doctorum Virorum obſervationes, cùm obſervationes iſtæ & Veritas; quandoquidem pro longitudine imaginis (ad Priſmatis Axem tranſverſæ) quando diei facies eſt perquam ſerena, dumtaxat pugnat NEWTONUS; LINUS autem ſolummodo contendit majorem eſſe ejuſdem imaginis, ad eundem Axem parallelæ, latitudinem, cùm fulgida nubes Solem obducit. Veruntamen, quòd attinet ad ea, quæ, præterea, tradidit NEWTONUS & oppugnavit LINUS, ſcilicet, quòd imaginis Coloribus diſtinctæ longitudo *quinquies* latitudinis diametrum complectebatur; ego quidem nunquam diſcrepantiam illam triplo diametri majorem inveni, aut, plurimùm, triplo cum dimidio, dum Refractiones ab utroque Priſmatis latere æquales conficiebantur. Hactenus de rebus *Facti*.

ANT. LUCAS Exceptiones in NEWTONI THEORIAM de LUCE, &c.

Veniamus nunc ad NEWTONI THEORIAM de LUCE & COLORIBUS. Fateor pulchram ſeriem acutiſſimarum & ſponte fluentium illationum ab eo contextam mihi fuiſſe, dum primò ſua ſcripta legi, firmum indicium pro novæ ſuæ Doctrinæ veritate, cùm antea ſimilem illationum ſeriem obſervâſſem in naturalibus veritatibus inveſtigandis. Sed, quoniam hactenus non attigit nonnulla experimenta ad Refractionum negotium pertinentia, arbitrabar eorum proſecutionem futuram valde utilem ad meliùs hujus aſſertionis veritatem detegendam. Etenim, prout novæ huic Theoriæ vel conſentanea vel adverſa comperiuntur, aut valde illam confirmare, aut prorſus deſtruere debent. En autem experimenta, quæ ad hoc delegeram.

Num. 128.

I.

Cùm ſæpius animadvertiſſem formam rerum Microſcopio perſpectarum, (ſeu potiùs ipſius Microſcopii,) in punctum ferè indiviſible redigi; hinc arguebam duo perexigua fruſta ſerica, alterum coccineum, alterum purpureum, debere, ſi juxta-ponerentur, valde inæqualiter diſtincta apparere in Microſcopio, ſecundùm NEWTONI Theoriam; ſiquidem diſpar Radiorum inde manantium Refrangibilitas efficere debet ut Radii aut ſpecies coccinei Coloris occupent Retinam in ipſo violaceorum Radiorum Foco poſitam, & ideo, ut non parum confuſè videatur primum fruſtum, cùm unum & idem coccinei fruſti punctum plures Retinæ nervos percellat. Attamen, quamvis ſæpius periculum iteraverim, nullam, quod ad hoc ſpectat, diſcrepantiam obſervare mihi licuit.

II.

Secundum experimentum in aquâ feci. Sumpſi regulam æneam, cui plura ſerica fruſta, rubea, flava, viridia, cærulea, atque purpurea illigavi, ac deinde ea poſui in imo quadrato vaſe aquæ pleno, à quo poſtea receſſi, ita ut neque regulam neque fruſta Coloribus imbuta videre poſſem, niſi ope Radiorum refractorum. Jam, intelligebam me, ſi NEWTONI doctrina eſſet vera, non viſurum omnes memoratos Colores regulámque in unâ eâdémque rectâ lineâ; quia, diverſa diverſorum Radiorum Refrangibilitas alios magis alios minùs è loco movere debet. Verumtamen re ipſâ, eos in æquè rectâ lineâ, ac ea, in quâ viſa fuiſſet regula nuda, oſtenderunt plura tentamina.

III.

Hoc experimentum proſecuturus, alteram Refractionem addidi primæ illi, quam aqua miniſtrabat, ita diſpoſito meo Priſmate, ut ad rectos angulos refractas ſericorum fruſtorum atque regulæ ſpecies

ſpecies reciperet; quapropter, dumtaxat emergentes ſpecies Refractionem patiebantur. Sed eventus ſemper idem fuit; ſemper ſerica fruſta Oculo per Priſma reſpicienti in rectâ lineâ apparuerunt.

ANT. LUCAS Exceptiones in NEWTONI THEORIAM de LUCE &c.

IV.

Duabus hiſce Refractionibus tertiam adjunxi Species Coloribus diſtinctas ita obliquato Priſmate excipiens, ut refrangerentur cùm ingredientes, tum emergentes. At res, ut antea, etiam tunc ſucceſſit, illis in rectam lineam diſpoſitis apparentibus.

Quò de experimento certior eſſem, ne fortè præconcepta opinio, inde nata quòd ſerica fruſta in rectâ lineâ jacere noveram, Oculorum judicium perverteret, (quod nonnunquam cùm Oculus de rerum perſpectarum intervallis judicat, accidere obſervaveram,) in Cubiculum advocavi aliquos, quorum nihil hoc intererat quíque prorſus ignorabant ubi ſpectaret experimentum illud; cúmque ab iis petiiſſem, nonne viderent regulam & fruſta ſub curvæ lineæ facie, negaverunt.

V.

Deinde periclitatus ſum Colores ſimplices, (ut eos vocat NEWTONUS Propoſ. V., & XIII.,) hac ratione. Duas imagines coloratas ita in parietem projeci, ut coccineus unius Color, & purpureus alterius unam eandémque rectam lineam (Horizonti parallelam) conficerent. Hos poſtea Colores per aliud Priſma ſum intuitus, quos ſemper jacere vidi in eâdem rectâ ad Horizontem parallelâ, in quâ priùs illos Oculo nudo perſpexeram. Atqui, ſecundùm ea, quæ docet NEWTONUS de Refrangibilitate in diverſis Radiis diverſâ, mihi videbatur, quòd Priſmate juxta Oculum poſito magis refringi debebant Radii purpurei quàm cærulei, & quòd idcirco uterque Color in eâdem rectâ ad Horizontem parallelâ reſpici non debebat.

Num. 128.

VI.

Aliud experimentum feci ad detegenda nonnulla pertinentia ad mirandum imaginis Coloribus diſtinctæ phænomenum, quod ingenioſæ NEWTONI Theoriæ de Luce & Coloribus locum dedit æquè ac Teleſcopio & Microſcopio reflectentibus ab eodem egregiè excogitatis. Cùm aliquoties ſuſpicatus fuiſſem non ſolos directos Solis Radios, ſed etiam aliam aliquam extraneam Lucem poſſe *Spectrum* coloratum efficere; me detecturum ſperavi ope macularum ſolarium utrùm vera eſſet iſta ſuſpicio, eas nempe in imaginem quam jam ſæpe appello, introducens Teleſcopio poſt Priſma poſito. Sed, cùm nonnullæ ſuborientes difficultates conatus meos irritos redderent, tandem excogitavi quandam detegendi quod volebam rationem, quam quis faciliùs actu exſequeretur; ut in experimento ſequenti.

Affixi papyrum valde albam, in circulum, (cujus diameter erat unius pollicis,) corrotundatam, meæ ligneæ feneſtræ, quam cùm per Priſma reſpicerem, inveni imaginem coloratam ab illâ in Retinâ meâ depictam ferè omnino ſimilem ei, quam Solis Radii in pariete deſcripſerant, præſertim quando Lux æqualiter erat per totam papyrum diffuſa. Colores quidem hujus imaginis in ordinem ordini Colorum prioris contrarium erant diſpoſiti; quandoquidem coccineus erat altiſſimus, infimus autem purpureus, quanquam languidus. Sed hoc admiratione non affecit me, qui in Oculorum diſſectionibus obſervaveram res aliter in Retinâ pingi, aliter verò perſpici. Cùm hoc pacto magis, quàm antea, tractabilem reddidiſſem imaginem, bonam ſpem concepi aliquid detegendi, ad ea pertinens, quæ mihi propoſueram.

Igitur à meâ primâ ſuſpicione non recedens firmiter Priſma col-
TAB. II. locavi, & (*Fig.* 11.) papyrum C ſuper circulum chartaceum *a b d* ad ſupernas ejus partes ponendam curavi; quo facto, violaceus Color, qui priùs erat in *d*, & coccineus ipſius C in Albedinem evanuerunt. Deinde memoratum circulum à feneſtrâ ligneâ removi, illúmque in apertâ feneſtrâ poſui ſubſtentatum ſolummodo extremi-

tremitate *d*; tunc autem, me vehementer obſtupeſcente, omnes Colores, quos jam videbam, locum in Retinâ permutaverunt, coccineo in infimum & purpureo in altiſſimum tranſlatis; intermedii autem Colores vix diſcerni poterant. Atque hìc, ut obiter dicam, notatu digniſſimum eſt, quòd per totam hanc obſervationem perſpicuè vidi Lucem utramque, purpuream & coccineam, eſſe pellucidam; ſiquidem mihi per ambas tranſpicere nonnulla licebat, & nominatim, turres ubi campanæ appenduntur, quæ ſunt è conſpectu meæ feneſtræ. Unde conficitur, Colores hoſce, magnam partim, oriri ex proximâ Luce. Denique, rurſum ita collocavi circulum papyraceum, ut dimidia ejus pars *b* feneſtræ ligneæ hæreret, reliqua verò pars *a* in apertam Lucem verſaretur. Quo facto, ſemicirculus *a* terminatus apparuit, ſuperiùs, Colore violaceo, inferiùs autem coccineo; at alter ſemicirculus è contra, ſuperiùs, coccineo, inferiùs violaceo. Hinc ſequentes illationes conficio.

ANT. LUCAS Exceptiones in NEWTONI THEORIAM de LUCE &c.

Primò, quòd non ſolùm Lux, quam chartaceus circulus reflectit, ſed etiam illa, quam reflectit aer ambiens, multùm agit in coloratam imaginem, & præcipuè quòd attinet ad Colores violaceum coccineúmque. Quapropter, in poſterum fortaſſe non mirum videbitur, quòd Spectrum Coloribus ornatum tam longum in pariete appareat, ſed tantùm quòd non ſit latior.

Secundò, quòd, ſi fulgentius corpus poſt Solem eſſet, maximè veriſimile eſt Colores Spectri diſpoſitos futuros ordine illi, quem nunc ſervant, contrario. Unde.

Tertiò, ſequi videtur, quòd ordo nunc à Coloribus ſervatus naſcitur, non ab intrinſecâ *Refrangibilitatis* proprietate, (quod NEWTONUS contendit,) ſed à fortuitis & extrinſecis circumpoſitarum rerum circumſtantiis; etenim, prout corpus poſt chartaceum circulum erat aut eo lucidius aut obſcurius, omnes diverſi Colores ſitum permutabant.

VIII.

Digitized by Google

Num 128.

VIII.

Deinde periculum inſtitui pertinens ad ea, quæ docet Newtonus de coloribus primigeniis, ut in Propoſ. V. Foramen ligneæ feneſtræ obduxi tenui lamellâ eburneâ, quam transjiciens Lux erat flava; quæ tamen in rubeam abiit additis tribus, quatuor, aut pluribus lamellis. Hinc videtur confici, quòd Lucis Flavedo non eſt Color primigenius, ſed compoſitus ex rubeo, &c.

IX.

Meorum experimentorum ultimum refertur ad Newtoni XII. Propoſitionem, in quâ reddit rationem, ſanè probabilem, à ſuis principiis deductam mirandi phænomeni ab Hookio relati; videlicet, quòd duo liquores, alter violaceus & alter rubeus, quanquam quiſque ſeorſum pellucidus eſſet, cùm tamen juxta-ponebantur, evadebant opaci. Hujus rei ratio eſt, inquit Newtonus, quòd, quoniam liquor alter ſolos Radios rubeos, alter ſolos cæruleos tranſmittit, uterque ſimul nullos tranſire permittet.

Cæpi igitur duo pocilla vitrea, quorum fundus erat lævis & politus, earúmque alterum complevi *Aqua Forti* Colore cæruleo ſaturatâ, alterum verò oleo ex reſinâ terebinthinâ quod rubeo Colore erat infectum; & omnia per liquorem illum cærulea, per hunc rubea videbantur; cùm autem hos liquores juxta collocaviſſem, plura per eos diſcernere poteram; attamen, ſecundùm Newtoni Theoriam, nihil per illos videre debuiſſem; quandoquidem, quoniam alter ſolummodo rubeos, alter ſolummodo cæruleos Radios tranſmittit, uterque ſimili nullos tranſire ſinet.

Exceptiones haſce experimentis innixas non malè, ſpero, accipiet Newtonus, quia tantùm tendunt ad profectum naturalis ſcientiæ, & pariter.

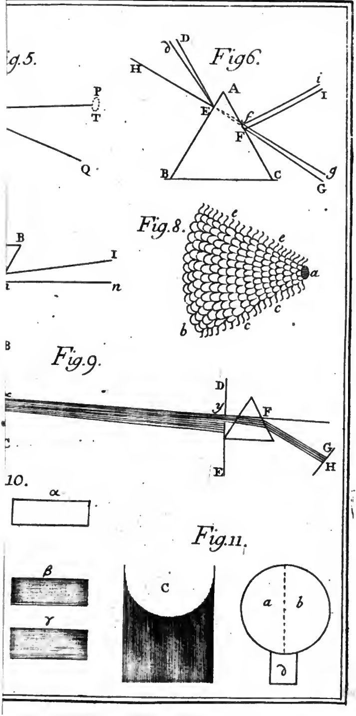
DOMINE

Tibi obſequentiſſimi
Antonii Lucas.

POST-

Digitized by Google

XIX. Tab. II. *pag.* 400. *Tom. II.*



Google

Digitized by Google

POST-SCRIPTUM.

Sub ipſâ litterarum harum concluſione à GASCOINIO redditæ mihi fuerunt tuæ datæ A. D. quartum Menſis Maii, in quibus nobis impertiri dignatus es accuratam deſcriptionem celebris experimenti de Spectro colorato nuper exhibiti coram REGIA SOCIETATE. Valde jucundum fuit videre quòd tentamina hujus nobilis Societatis tam accuratè cum noſtris conveniunt, quamvis noſtra in nonnullis à NEWTONIANIS diſcrepent.

ART. XXX.

****

NEWTONI *Reſponſio ad ſuperiorem Epiſtolam, data ad Editorem.*

QUONIAM illa, quæ LINUS oppugnaverat, vera demonſtraverunt experimenta, & mihi conceduntur; initium faciam à nova quæſtione de ratione, quam imaginis longitudo habet ad latitudinem. Quæſtionem hanc novam appello, quia, quanquam LINUS in ultimâ ſuâ Epiſtolâ diſceptaverit contra tantam longitudinem, quantam aſſigno; tamen, ut mihi quidem videtur, id faciebat, non daturus aliquam tranſverſam longitudinem eâ minorem, quam aſſignaveram, (etenim in primis ſuis litteris prorſus aſſerit nullam eſſe hujuſcemodi longitudinem,) ſed majorem vim orationi ſuæ laturus, dum, vulgarem Opticam tuens, contra imaginem tranſverſam in genere diſputat. Idcirco in meâ reſponſione non accuratè deſcripſi quantitatem anguli reſtringentis, quo periculum iteraveram; quæ tamen quantitas neceſſariò fuiſſet accuratiſſimè indicanda, ſi diſputatio circa accuratam rationem longitudinis ad latitudinem verſata fuiſſet. Nihilominus addideram (Num. 121. pag. 500. Tranſact., & pag. 382. hujus,) quòd, quò major eſt angulus Priſmatis, eò major futura eſt imaginis longitudo ad latitudinem relata; arbitratus futurum

Ibidem pag 698.

Num 128. ut, poſtquam aliquo Priſmate inveniſſet imaginis ad Axem tranſverſæ longitudinem, hinc facilè deduceret ſe, adhibendo Priſma majori angulo prædítum, imaginis longitudinem aucturum, ita ut, uſurpato angulo ſatis magno, ea æquare vel etiam ſuperare poſſet menſuram à me aſſignatam, ut re ipſâ poteſt. Etenim, ſi ſumatur angulus ſeptuaginta, aut ſeptuaginta quinque graduum, vel etiam paulò major, longitudo eò perduci poteſt, ut non ſolùm quinquies, ſed etiam ſepties, aut octies, aut pluries latitudinem contineat. Nihil igitur mirum, ſi LUCAS minorem, ac ego, longitudinem invenit, dum angulo minori periculum inſtituit.

Angulus, quo ego uſus ſum, erat equidem ſexaginta trium graduum cum duodecim minutis, circiter, & hic ponitur ſexaginta graduum. Diſcrimen, quod inter hunc angulum & meum intercedit, cùm ſit dumtaxat trium graduum & duodecim minutorum, non ſufficit ad nos conciliandos ſed valde nos propinquiores faciet. Si verùm angulus hic accuratè menſuratus non fuiſſet, ſed rotundus ſexaginta graduum numerus poſitus conjecturâ, aut minùs accuratâ menſuratione, (ut factum fuiſſe conjicio, eò quòd ibidem affertur Refractio Priſmatis conjecturâ dimenſa per rationem ſinuum ut 2 ad 3, cùm experimento menſuranda erat,) angulus ille poſſet eſſe duobus aut tribus gradibus minor quàm angulus ſexaginta graduum, & etiam fortaſſe minor. Quæ omnia, ſi ita eſſent, auferrent ferè totam diſcrepantiam, quæ nos disjungit.

Quidquid autem ſit, certò ſcio meam obſervationem ſatis accuratam eſſe; nam aliquoties periculum iteravi, poſt receptas ANTONII LUCAS litteras, & ſemper inveni meas obſervationes vix, & ne vix quidem, inter ſe diſcrepare, & cum iis, quæ antea ſcripſeram, pulchrè convenire. Atque, ut experientiâ perſpici poſſit, quo pacto, creſcente angulo, creſcant etiam imaginis longitudines, itémque, ne, ſi quis velit accuratè tentare experimentum, moleſtiam habeat, ſibi comparandi Priſma, cujus angulus ad amuſſim ſit quantitatis à me aſſignatæ, periculum inii cum diverſis angulis, & mea tentamina deſcripſi in ſubjectâ Tabulâ, in quâ prima Columna exprimit angulos duorum Priſmatum, quibus uſus ſum, quos angulos, quàm-accuratiſſimè potui, ſum dimenſus, eos applicando ad Sectoris angulum; ſecun-

Digitized by Google

ſecunda autem Columna refert pollicibus menſuratas longitudines imaginum à ſingulis hiſce angulis confectarum; latitudo verùm erat duorum pollicum; intervallum à Priſmate decem & octo pedum cum quatuor pollicibus; & amplitudo foraminis in ligneâ feneſtrâ quartæ pollicis partis. NEWTONI ad ANT. LUCAS Reſponſio.

Priſma					
Primum			Secundum		
Anguli		Longitudines	Anguli		Longitudines
Gradus	*Minuta*		*Gradus*	*Minuta*	
56.	10.	$7\frac{1}{4}$.	54.	0.	$7\frac{1}{4}$.
60.	24.	$9\frac{1}{2}$.	62.	12.	$10\frac{1}{8}$.
63.	26.	$10\frac{1}{3}$.	63.	48.	$10\frac{3}{4}$.

Percipere potes, quòd imaginum longitudines, pro angulorum illas progignentium ratione, paulò majores exortæ ſunt à ſecundo Priſmate, quàm à primo; cujus rei ratio eſt, quòd vitrum, ex quo conſtabat Priſma ſecundum, majorem vim refractivam habebat.

Dies, quibus hæc tentamina fuerunt inſtituta, ſatis erant ſereni, ſed non tantùm, quantùm voluiſſem; quapropter, poſtea nactus diem ſatìs ex animi ſententiâ ſerenum, experimenta ſecundo Priſmate repetivi, & comperi longitudines imaginis à ſingulis angulis genitæ, ſuperare eas, quas priùs inveneram, quadrante pollicis, circiter; harum dimenſiones præ oculis ponit ſuppoſita Tabella.

Priſma Secundum		
Anguli		Longitudines
Gradus,	*Minuta*	
54.	0.	$7\frac{1}{3}$.
62.	12.	$10\frac{1}{2}$.
63.	48.	11.

 Hujus

Digitized by Google

Num. 138. Hujus diſcriminis ratio, puto, eſt quòd Lux Cæli, albicantis in die ſubnubilo, Colores, qui ſunt ad imaginis extremitates, languidiores diluens & extra Oculorum aciem ponens, aliquantulum diminuitur die ſereno, & hoc pacto Colorum imaginem longiorem apparere ſinit; & ſimul Lux Solis vividior fit, Coloréſque fortiores reddit, & languidos illos, qui imaginis extremitates occupant, magis conſpicuos efficit. Etenim obſervavi, quòd, in diebus ſubnubilis, dum Priſma immobile erat ad feneſtram, imago evadebat aut paulò longior aut paulò brevior, prout Sol aut minùs aut magis obſcurabatur à tenuibus nubibus ante ejus faciem tranſeuntibus; imago verò decreſcebat quando nubes erat lucidior & Solis Lux languidior. Hinc facilè intelligitur, quòd, ſi Lux nubium omnino auferretur, ita ut Sol undique tenebris circumdatus appareret, aut ſi Solis Lux fortior eſſet, quàm nunc eſt, Colorum longitudo ſemper eſſet major.

In omnibus his obſervationibus latitudo imaginis ad duos pollices ad amuſſim extendebatur. Sed, cùm animadvertiſſem latera duorum Priſmatum à me adhibitorum non eſſe accuratè plana, ſed aliquantùm convexa, (hæc autem convexitas erat, circiter, tanta quanta reperitur in utrinque convexâ Lente Teleſcopii ſexdecim aut duodeviginti pedum,) ſumpſi tertium Priſma, cujus latera tantùm erant concava, quantùm latera priorum erant convexa, quod reddidit imaginem latam duobus pollicibus cum triente. Anguli hujus Priſmatis, & longitudines imaginis confectæ à ſingulis angulis videri poſſunt in hac Tabellâ.

Anguli *Gradus*	Longitudines
58.	$8\frac{1}{2}$.
$59\frac{1}{2}$.	9.
$62\frac{1}{2}$.	$10\frac{1}{5}$.

Nunc perſpicis, quòd concava laterum Priſmatis figura, Radios paulìſper divergentes reddens, conficit imaginis latitudinem majorem, pro longitudinis ratione, quàm aliter eſſet. Quod tibi indicandum

dum duxi, ut Lucas perpendere poſſit an non ejus Priſma ſit huic vitio obnoxium. Si habetur Priſma, cujus latera ſint accuratè plana, bene adhiberi poteſt ad experimenta inſtituenda; ſed meliùs uſurpabitur Priſma, cujus latera, præter-propter, ad mei convexitatem accedant, quia iſtud imaginem multò meliùs definitam præſtabit. Etenim talis laterum convexitate idem conficitur, ac ſi adhiberetur Priſma, cujus latera eſſent accuratè plana, & inter illud & foramen ligneæ feneſtræ collocaretur Lens objectiva ex Teleſcopio duodeviginti pedum, quò rotunda Solis imago diſtinctiùs terminata conſpiceretur in pariete, ſublato Priſmate, & idcirco oblonga imago à Priſmate miniſtrata multò diſtinctiùs finita appareret, (præſertim quod ad latera ejus rectilinea pertinet,) quàm aliter.

Newtoni ad Ant. Lucas Reſponſio.

Hoc unum addam, ſcilicet, quòd menſura complecti debet ultimos imaginis fines à languidiſſimo rubeo ad cæruleum pariter languidiſſimum. Etenim, in primâ meâ Epiſtolâ, ubi longitudinem imaginis latitudinis quintuplam ſtatui, longitudinem hanc appellavi *maximam* longitudinem *: & maximam longitudinem ſum dimenſus, quia credidi totam illam eſſe progenitam ab immediatâ Solis Luce; cùm viderem Colores, (ut ſupra indicavi,) in ipſâ maximâ longitudine aſpectu percipi, quando dies erat clariſſimus, id eſt, quando ſolaris Lux valde Lucem nubium ſuperabat. Aliquando accidet, ut Lux fulgens latè hinc inde extra hos Colores ab utrâque imaginis extremitate ſuboriatur; Sed nulla illius ratio habenda eſt, nam hæc Lux ad imaginem non pertinet. Si bene peraguntur hæ menſurationes, totius imaginis longitudo longitudinem rectilineorum laterum unâ, circiter, imaginis latitudine ſuperare comperietur.

Hæc ita fuſè & ſingillatim explicata, viam, opinor, Lucas noſtro aperient ad inter ſe concilianda ſua & mea experimenti tentamina; ſaltem, ita ut nulla notatu digna diſcrepantia ſuperſit. Nam, ſi quod exiguum diſcrimen adhuc remanet, negotium ampliùs faceſſere non debet, cùm ſint plures circumſtantiæ, quæ ad hoc conducunt; talia ſunt, tum diverſæ Priſmatum figuræ, tum diverſæ refringendi facultates vitrorum, diverſitas diametri ſolaris in diverſis Anni tempeſtatibus, atque tenues errores, in quos incidere poſſumus, dum lineas angu-

* Nmu 80. pag. 3076. Tranſ., & pag. 281. hujus.

Digitized by Google

Num. 128. angulóſque metimur, aut dum Priſma ad feneſtram ſtatuimus; quanquam, quod ad me ſpectat, ſollicitè conatus ſum hæc facere, quàm potui, accuratiſſimè. Quidquid tandem ſit, LUCAS certo certiùs imaginem reperiet æquè, vel etiam magis, longam, quàm ego reperi, ſi adhibeat Priſma, cujus latera in concavitatem trita non ſint, ſed plana, vel, (quod præſtat,) aliquantiſper convexa, & cujus angulus refringens tanto ſuperet angulum Priſmatis à me uſurpati, quanto hic meus ſuperat angulum Priſmatis, quo hactenus LUCAS experimentum tentavit; id eſt, cujus angulus ad ſex aut ſeptem ſupra ſexaginta gradus aſcendat, vel (ſi libet) major ſit.

De ceteris ejus experimentis, multas illi gratias habeo, quòd hæc tantæ curæ ſint illi, ut ſuſcipere voluerit laborem iſta perpendendi, & ideo multo majores ei gratias ago, quòd primus mihi miſerit experimenta ad horum veritatem indagandam tendentia. Veruntamen citiùs & pleniùs ſibi ſatisfaciet paulùm immutans methodum, quam ſibi præſcripſit, &, pro quampluribus rebus, tentans dumtaxat *experimentum Crucis*. Non enim experimentorum numerus ſed pondus reſpici debet; &, ubi unum ſufficit, quid pluribus neceſſe habemus?

Si plura neceſſaria duxiſſem, plura addere potuiſſem. Quandoquidem, antequam ad Te darem primas meas litteras de Coloribus, multos labores circa pericula ſuſceperam, & librum de hoc argumento ſcripſeram, ubi fuſè experimentorum à me initorum præcipua referuntur: evenit autem, ut inter ea ſint præcipua illorum, quæ ad me LUCAS miſit. Quod verò attinet ad experimenta enarrata in meis primis litteris, ea tantummodo ſunt, quæ ex hoc libro ſeligenda duxi.

Sed, quanquam totum meum experimentorum penu illa conficerent, non tamen LUCAS orationem ſuam bene fundâſſet ſuper hypotheſi, quòd me experimenta deficiunt, donec illa pauca tentaviſſet. Etenim, ſi ex illis aliqua demonſtrativa ſunt, ea neque adjutoribus indigent, neque locum relinquunt ad ulteriùs diſceptandum de rebus, quas demonſtraverunt.

Præcipua res, quæ examinanda venit eſt *inæqualis Refrangibilitas Lucis*; hæc autem *experimento Crucis* demonſtratur. Jam ſi hæc demonſtratio bona eſt, nihil opus eſt rem ipſam ulteriùs expendere; ſi demonſtratio bona non eſt, oſtendendum eſt ejus vitium. Siquidem ſola

ſola ratio expendendæ Propoſitionis demonſtratæ eſt expendere demonſtrationem. Priùs igitur expendatur hoc experimentum, & pro vero agnoſcatur id, quod probat; & poſtea, ſi LUCAS auxilium meum deſiderat ad explicandas difficultates, quas putat eſſe in experimentis à ſe propoſitis, eo non carebit; tunc enim pauca verba, reor, explanabunt omnia. Nunc autem, ſi rem ad demonſtrativum experimentum deducere deberem, initio ab hiſce deſumpto, utrique noſtrûm ſic longæ diſputationis moleſtiam creare poſſem, &, ob multitudinem verborum, veritatem potiùs obruere & obtegere, quàm detegere & in apertum ponere. Etenim, ſi antea, niſi poſt tantas moleſtias conſentire non potuimus in rebus *facti*, dum agebatur de primo & faciliori experimento, in quo quidem non omnino conſentimus; ecquam infinitam moleſtiam nobis pararemus, ſi noſmet ipſi traderemus diſputationibus, quas omne occurrens argumentum ſuſcitaret; & interea, quid, in tam moleſtâ diſceptatione de veritate fieret? Quocirca, cùm via, quam propono, ſit omnium breviſſima clariſſimáque, (ne dicam, ſola via ad metam perducens,) nihil peto, niſi ut LUCAS æqui boníque conſulat, ſi rogo ut eam ineat, videns illum profiteri ſe tantùm veritatem quærere. Quapropter nunc ei ſolummodo & in genere dicam, reſpondens illi litterarum ſuarum parti, quæ de experimentis agit, quòd difficultates ſuæ exortæ ſunt, partim, ex eo, quòd aliquatenus perperam acceperit ea, contra quæ ſcripſit, &, partim, ex eo, quòd non ſatis cautè experimenta inſtituerit; inter quæ unum eſt, quod, legitimè tentatum, eſt, poſt *Experimentum Crucis*, omnium, quæ noverim, fortiſſimum ad evincendam inæqualem Lucis Refractionem, quod tamen affert ad contrarium probandum.

NEWTONI ad ANT. LUCAS Reſponſio.

Ex ejus poſtſcripto, quis neſciens quæ facta ſunt, credere poſſet illum *Regiæ Societatis* obſervationes contra me adducere; cùm tamen in relatione hujus obſervationis, quam Tu *Leodium* miſiſti ne verbum quidem, de accuratâ ratione, quam imaginis longitudo ad ejus latitudinem habet, pro angulo Priſmatis, neque aliud in eâ contineatur, (quantùm ex ultimâ tuâ Epiſtolâ percipere potui,) quàm quod ſpectat ad ea, de quibus tunc erat quæſtio, videlicet, quòd *Regia Societas* comperit ea ſuccedere ut affirmaveram. Itaque, cùm LUCAS eundem ſucceſſum invenerit, arbitror, quòd quando ait *ſibi jucundiſſimum*

Num. 118. *diſſimum eſſe quòd* Regiæ Societatis *tentamina tam pulchrè cum ſuis conveniant*, intelligit dumtaxat, quantùm cum meis conveniunt.

Et quia rurſus de hoc experimento verba facio, percuperem, quòd Lucas illud iteraret, adhibitis omnibus, quas poteſt maximas, curis & præcautionibus, & habitâ ratione eorum, quæ de hac re in his litteris dico; tum pervelim ut imaginis longitudinem, latitudinem, & intervallum à Priſmate, accuratè exprimeret per pedes, pollices, & pollicis partes, ut conſiderare poſſim quam rationem ad Solis diametrum habeant imaginis longitudo & latitudo; nam, ſcio ejus obſervationem ſtare non poſſe, ſi angulus refringens implet ſexaginta gradus, ſi dies eſt ſerenus, & tota Colorum longitudo menſuratur, atque ſi imaginis latitudo reſpondet Solis diametro; cùm enim certus ſim, quòd obſervationes meæ accuratè factæ fuerunt, ægrè ferrem, ſi aliqua alia experimenta vetarent ne huic primùm finem feliciter imponerem.

DOMINE

Tuus &c.

POST-SCRIPTUM.

Oblitus pariter fueram monere, quòd *experimentum Crucis* & alia ſimilia, quæ fieri poſſunt ad Colorum naturam inveſtigandam, inſtitui debent Priſmatibus adeò refringentibus, ut imaginum longitudo quinquies earundem latitudinem contineat, & potiùs pluries; nam aliter experimenta minùs bene ſuccedent.

ART. XXXI.

Adeſt etiam in Tranſ. Philoſ. (Menſ. Maii &c. An. 1721. pag. 169. Num. 368.) Isaaci Newtoni *Tabula Refractionum Aeris, quam hìc ſupponimus*

Tabula

TABULA Refractionum Siderum ad Altitudines apparentes.

Altit. app.		Refraction.		Altit. app.		Refraction.		Altit. app		Refraction.	
Grad.	*min.*	*min.*	*ſecun.*	*Grad.*	*min.*	*min.*	*ſecun.*	*Grad.*	*min*	*min.*	*ſecun.*
0.	0.	33.	45.	16.	0.	3.	4.	46.	0.	0.	52.
0.	15.	30.	24.	17.	0.	2.	53.	47.	0.	0.	50
0.	30.	27.	35.	18.	0.	2.	43.	48.	0.	0.	48.
0.	45.	25.	11.	19.	0.	2.	34.	49.	0.	0.	47.
1.	0.	23.	7.	20.	0.	2.	26.	50.	0.	0.	45.
1.	15.	21.	20.	21.	0.	2.	18.	51.	0.	0.	44.
1.	30.	19.	46.	22.	0.	2.	11.	52.	0.	0.	42.
1.	45.	18.	22.	23.	0.	2.	5.	53.	0.	0.	40.
2.	0.	17.	8.	24.	0.	1.	59.	54.	0.	0.	39.
2.	30.	15.	2.	25.	0.	1.	54.	55.	0.	0.	38.
3.	0.	13.	20.	26.	0.	1.	49.	56.	0.	0.	36.
3.	30.	11.	57.	27.	0.	1.	44.	57.	0.	0.	35.
4.	0.	10.	48.	28.	0.	1.	40.	58.	0.	0.	34.
4.	30.	9.	50.	29.	0.	1.	36.	59.	0.	0.	32
5.	0.	9.	2.	30.	0.	1.	32.	60.	0.	0.	31.
5.	30.	8.	21.	31.	0.	1.	28.	61.	0.	0.	30
6.	0.	7.	45.	32.	0.	1.	25.	62.	0.	0.	28.
6.	30	7.	14.	33.	0.	1.	22.	63.	0.	0.	27.
7.	0.	6.	47.	34.	0.	1.	19.	64.	0.	0.	26.
7.	30.	6.	22.	35.	0.	1.	16.	65.	0.	0.	25.
8.	0.	6.	0.	36.	0.	1.	13.	66.	0.	0.	24.
8.	30.	5.	40	37.	0.	1.	11.	67.	0.	0.	23.
9.	0.	5.	22.	38.	0.	1.	8.	68.	0.	0.	22
9.	30.	5.	6.	39.	0.	1.	6.	69.	0.	0.	21.
10.	0.	4.	52.	40.	0.	1.	4.	70.	0.	0.	20.
11.	0.	4.	27.	41.	0.	1.	2.	71.	0.	0.	19
12.	0.	4.	5.	42	0	1.	0.	72.	0.	0.	18.
13.	0.	3.	47.	43.	0.	0.	58.	73.	0.	0.	17.
14.	0.	3.	31.	44.	0.	0.	56.	74.	0.	0.	16.
15.	0.	3.	17.	45.	0.	0.	54.	75.	0.	0.	15.

Digitized by Google

OPUS

Digitized by Google

OPUSCULUM XX.

ISAACI NEWTONI,

DISSERTATIO

DE NATURA ACIDORUM

Cum ejuſdem

COGITATIONIBUS VARIIS.

Edit. in Præfat.

DICTIONARII TECHNICI

JOHANNIS HARRIS

Edit. quintâ LONDINI 1736.

Digitized by Google

DE NATURA ACIDORUM

IS. NEWTON, 1692.

ACIDORUM Particulæ ſunt aqueis craſſiores, & propterea minùs volatiles, at terreſtribus multò ſubtiliores, & propterea multò minùs fixæ. Vi magnâ attractivâ pollent, & in hac vi conſiſtit earum activitas, quâ & corpora diſſolvunt & organa ſenſuum agitant & pungunt. Mediæ ſunt naturæ inter aquam & corpora terreſtria, & utraque attrahunt. Per vim ſuam attractivam congregantur circùm particulas corporum, ſeu lapideas, ſeu metallicas, iiſque undique adhærent arctiſſimè, ut ab iiſdem deinceps per diſtillationem vel ſublimationem vix poſſint ſeparari; attractæ verò & undique congregatæ, elevant, disjungunt, & diſcutiunt Particulas corporum ab invicem, id eſt, corpora diſſolvunt; & per vim attractionis, quâ ruunt in Particulas, commovent fluidum & ſic calorem incitant, Particuláſque nonnullas adeò diſcutiunt ut in aerem convertant, & ſic bullas generant. Et hæc eſt ratio diſſolutionis & fermentationis; acidum verò, attrahendo aquam æquè ac terram, efficit ut Par-

Digitized by Google

ticulæ diſſolutæ promptè miſceantur cum aquâ, eíque innatent ad modum Salium. Et, quemadmodum Globus Terræ per vim gravitatis attrahendo aquam fortiùs quàm corpora leviora, efficit ut leviora aſcendant in aquâ, & fugiant de terrâ. Sic Particulæ Salium attrahendo aquam fugant ſe mutuò, & ab invicem, quammaximè, recedendo per aquam totam expanduntur.

Particulæ Salis alkali ex terreis & acidis ſimiliter unitis conſtant; ſed hæ acidæ vi maximâ attractivâ pollent, ut per ignem non ſeparentur à Sale; útque Metalla diſſoluta præcipitent attrahendo ab ipſis Particulas acidas quibus diſſolvebantur.

Si Particulæ acidæ minore proportione cum terreſtribus jungantur, ut ab iis ſupprimi ac occultari videantur. Neque enim ſenſum jam pungunt, neque attrahunt aquam; ſed corpora dulcia, & quæ cum aquâ ægrè miſcentur, hoc eſt, *pinguia* componunt; ut in *Mercurio dulci*, *Sulphure communi*, *Lunâ corneâ*, *& Cupro* quod *Mercurius Sublimatus* corroſit. Ab acidi verò ſic ſuppreſſi vi attractivâ fit ut *pinguia* corporibus propè univerſis adhæreant, & flammam facilè concipiant, ſi modò acidum calefactum inveniat alia corpora in fumo accenſorum, quæ fortiùs attrahat quàm propria. Sed & acidum in ſulphureis ſuppreſſum fortiùs attrahendo Particulas aliorum corporum, (ſcilicet terreas,) quàm proprias, Fermentationem lentam & naturalem ciet & fovet uſque ad Putrefactionem compoſiti.

Quæ Putrefactio ſita eſt in eo quòd acidæ Fermentationem diu foventes tandem in interſtitia minima & *primæ Compoſitionis* partes interjacentia ſeſe inſinuant intiméque iis partibus unitæ mixtionem novam efficiunt non amovendam nec cum priore commutandam.

Cogitationes variæ ejuſdem.

Flamma eſt fumus candens, différtque à fumo, ut ferrum rubens ab ignito ſed non rubente.

Calor eſt agitatio partium quaquaverſum.

Nihil

Nihil eſt abſolutè quieſcens ſecundùm partes ſuas, & ideo frigidum, præter atomos, vacui ſcilicet expertes.

Terra augetur aquâ in eam converſa, & omnia in aquam (vi ignis) reduci poſſunt.

Nitrum abit diſtillatione magnam partem in Spiritum acidum relictâ terrâ, quia acidum nitri attrahit Phlegma; & idcirco ſimul aſcendunt, conſtituúntque Spiritum: At nitrum carbone accenſum magnam partem abit in *Sal Tartari*, quia ignis eo modo applicatus partes acidi & terræ in ſeſe impingit fortiúſque unit.

Spiritus ardentes ſunt Olea cum Phlegmate per Fermentationem unita.

Tinctura *Cochinellæ* cum Spiritu Vini facta, in aquæ magnam molem immiſſa, parvâ licet doſi totam aquam inficit: ſcilicet, quia Particulæ *Cochinellæ* magis attrahuntur ab aquâ, quàm à ſe mutuò.

Aqua non habet magnam vim diſſolvendi, qúia pauco acido gaudet. Acidum enim dicimus, quod multùm attrahit & attrahitur: Videmus nempe ea, quæ in aquâ ſolvuntur, lentè & ſine effervefcentiâ ſolvi, & ubi eſt attractio fortis & Particulæ Menſtruis undique attrahuntur à Particulâ Metalli, vel potiùs Particula Metalli undique attrahitur à Particulis Menſtrui, hæ illam abripiunt & circumſiſtunt, hoc eſt, Metallum corrodunt: Hæ eædem Particulæ Senſorio applicatæ ejus partes eodem modo divellunt, dolorem inferunt; à quo acidæ appellantur, relictâ ſcilicet terrâ ſubtili, cui adhærebant, ob majorem attractionem ad liquidum linguæ, &c.

In omni Solutione per Menſtruum Particulæ ſolvendæ magis attrahuntur à Partibus Menſtrui, quàm à ſe mutuò.

In omni Fermentatione eſt Acidum ſuppreſſum, quod coagulat præcipitando.

Oleum cum nimis magnâ mole Phlegmatis intimè mixtum, fit Salinum quiddam & ſic Acetum conſtituit, hìc etiam Tartari ſeu Terræ admiſtæ habenda eſt ratio.

Mercurius

Mercurius attrahitur, id eſt, corroditur ab Acidis, & ſicut pondere obſtructiones tollit, ita vi attractrice Acida infringit.

Mercurius eſt volatilis & facilè elevatur calore, quia ejus Particulæ ultimæ Compoſitionis ſunt parvæ & facilè ſeparantur, ſeparatæque ſeſe fugant; ut fit in Particulis Vaporis, Fluidorúmque rarefactorum.

Aqua comprimi non poteſt, quia ejus Particulæ jamjam ſe tangunt. Et ſi ſe tangerent Particulæ Aeris, (nam Aer comprimi poteſt, quia ipſius Particulæ nondum ſe tangunt,) Aer evaderet in Marmor. *Seq. ex Prop. XXIII. Lib. II. Princ. Philoſoph.*

Aurum Particulas habet ſe mutuò trahentes; minimarum ſummæ vocentur *primæ Compoſitionis*, harum ſummarum ſummæ, *ſecundæ Compoſitionis*, &c.

Poteſt *Mercurius*, poteſt Aqua Regia Poros pervadere, qui Particulas *ultimæ Compoſitionis* interjacent, at non alios.

Si poſſet Menſtruum alios illos pervadere, vel ſi Auri Partes *primæ & ſecundæ Compoſitionis* poſſent ſeparari fieret Aurum, vel fluidum, vel ſaltem magis malleabile. Si Aurum fermenteſcere poſſet, in aliud quodvis corpus poſſet transformari. Viſciditas eſt vel ſolùm defectus Fluiditatis quæ ſita eſt in Partium parvitate & ſeparabilitate, (intellige partes *ultimæ Compoſitionis*,) vel defectus lubricitatis ſeu lævoris partes unius ſupra alias labi impediens. Hujus Viſciditatis Acidum ſæpe cauſa eſt; ſæpe Spiritus alius lubricus terræ junctus; ut Oleum Terebinthinæ Capiti ſuo Mortuo redditum fit tenax.

Ratio, cur Charta Oleo inuncta tranſitum Oleo, non Aquæ, concedat, eſt quia Aqua Oleo non miſcetur ſed fugatur ab eo.

Cùm Acidæ Partes, minores ſcilicet, aliquid diſſolvunt, id faciunt, quia partem rei-ſolvendæ includunt undique, utpote majorem quálibet Acidi Partium.

OPUS-

Digitized by Google

OPUSCULUM XXI.

SCALA GRADUUM

CALORIS ET FRIGORIS

EDITA IN TRANS. PHILOS.

Menſis APRILIS 1701.

Num. 270.

Digitized by Google

Digitized by Google

ISAACI NEWTONI

SCALA

GRADUUM CALORIS, ET FRIGORIS.

Æquales Caloris Gradus.		*Conſtantes Caloris Gradus.*
0.	0.	Calor aeris hyberni, ubi aqua incipit gelu rigeſcere. Innoteſcit hic Calor accuratè locando Thermometrum in nive compreſſâ, quo tempore gelu ſolvitur.
0, 1, 2.		Calores aeris hyberni.
2, 3, 4.		Calores aeris verni & autumnalis.
4, 5, 6.		Calores aeris æſtivi.
6.		Calor aeris meridiani circa menſem Julium.
12.	1.	Calor maximus, quem Thermometer ad contactum corporis humani concipit. Idem, circiter, eſt Calor Avis ova incubantis.
$14\frac{3}{11}$	$1\frac{1}{4}$	Calor balnei propè maximus, quem quis manu immerſâ & conſtanter agitatâ diutiùs perferre poteſt. Idem ferè eſt Calor Sanguinis recens effuſi.
17.	$1\frac{1}{2}$	Calor balnei maximus, quem quis manu immerſâ & immobili manente diutiùs perferre poteſt.
$20\frac{2}{11}$	1^{3}	Calor balnei, quo cera innatans & liquefacta defervendo rigeſcit & diaphaneitatem amittit.
24.	2.	Calor balnei, quo cera innatans incaleſcendo liqueſcit, & in continuo fluxu ſine ebullitione conſervatur.

Æquales Caloris Gradus.		*Conſtantes Caloris Gradus.*
$28\frac{6}{11}$	$2\frac{1}{4}$	Calor mediocris inter Calores, quo cera liqueſcit, & aqua ebullit.
34.	$2\frac{1}{2}$	Calor, quo aqua vehementer ebullit, & miſtura duarum partium plumbi, trium partium ſtamni, & quinque partium biſmuti defervendo rigeſcit. Incipit aqua ebullire Calore partium 33; Calorem partium pluſquam $34\frac{1}{2}$ ebulliendo vix concipit. Ferrum verò deferveſcens Calore partium 35 vel 36, ubi aqua calida, & 37, ubi frigida in ipſum guttatim incidit, deſinit ebullitionem excitare.
$40\frac{4}{11}$	$2\frac{3}{4}$	Calor minimus, quo miſtura unius partis plumbi, quatuor partium ſtamni, & quinque partium biſmuti incaleſcendo liqueſcit, & in continuo fluxu conſervatur.
48.	3.	Calor minimus, quo miſtura æqualium partium ſtamni, & biſmuti liqueſcit. Hæc miſtura Calore partium 47 defervendo coagulatur.
57.	$3\frac{1}{4}$	Calor, quo miſtura duarum partium ſtamni & unius partis biſmuti funditur; ut & miſtura trium partium ſtamni & duarum plumbi; ſed miſtura quinque partium ſtamni & duarum partium biſmuti hoc Calore defervendo rigeſcit. Et idem facit miſtura æqualium partium plumbi & biſmuti.
68.	$3\frac{1}{2}$	Calor minimus, quo miſtura unius partis biſmuti, & octo partium ſtamni funditur. Stamnum per ſe funditur Calore partium 72, & defervendo rigeſcit Calore partium 70.
81.	$3\frac{3}{4}$	Calor, quo biſmutum funditur, ut & miſtura quatuor partium plumbi & unius partis ſtamni; ſed miſtura quinque partium plumbi & unius partis ſtamni, ubi fuſa eſt & defervet, in hoc Calore rigeſcit.

Calor

Æquales Caloris Gradus.		*Conſtantes Caloris Gradus.*
96.	4.	Calor minimus, quo plumbum funditur. Plumbum incaleſcendo funditur Calore partium 96, vel 97, & deferveſcendo rigeſcit Calore partium 95.
114.	$4\frac{1}{4}$	Calor, quo corpora ignita deferveſcendo penitus deſinunt in tenebris nocturnis lucere, & viciſſim incaleſcendo incipiunt in iiſdem tenebris lucere; ſed luce tenuiſſimâ, quæ ſentiri vix poſſit. Hoc Calore liqueſcit miſtura æqualium partium ſtamni & reguli *martis*, & miſtura ſeptem partium biſmuti, & quatuor partium ejuſdem reguli deferveſcendo rigeſcit.
136.	$4\frac{1}{2}$	Calor, quo corpora ignita in tenebris nocturnis candent, in crepuſculo verò neutiquam. Hoc Calore tum miſtura duarum partium reguli *martis*, & unius partis biſmuti, tum etiam miſtura quinque partium reguli *martis*, & unius partis ſtamni deferveſcendo rigeſcit. Regulus per ſe rigeſcit Calore partium 146.
161.	$4\frac{3}{4}$	Calor, quo corpora ignita in crepuſculo proximè ante ortum Solis, vel poſt occaſum ejus manifeſtò candent; in clarâ verò diei luce neutiquam, aut non niſi perobſcurè.
195.	5.	Calor prunarum in igne parvo culinari ex carbonibus foſſilibus bituminoſis conſtructo & abſque uſu follium ardente. Idem eſt Calor ferri in tali igne, quantùm poteſt, candentis; ignis parvi culinaris, qui ex lignis conſtat, Calor paulò major eſt, nempe partium 200 vel 210. Et ignis magni major adhuc eſt Calor, præſertim ſi follibus cieatur.

In columnâ primâ habentur Gradus Caloris in proportione arithmeticâ, computum inchoando à Calore, quo aqua incipit gelu rigeſcere, tanquam ab infimo Caloris gradu, ſeu commune termino Caloris & Frigoris; &, ponendo Calorem externum

corporis humani eſſe partium duodecim. In ſecundâ columnâ habentur Gradus Caloris in ratione geometricâ ſic, ut ſecundus Gradus ſit duplo major primo, tertius item ſecundo, & quartus tertio, & primus ſit Calor externus corporis humani ſenſibus æquatus.

Patet autem per hanc Tabulam, quòd Calor aquæ bullientis ſit ferè triplo major, quàm Calor corporis humani; & quòd Calor ſtamni liqueſcentis ſit ſextuplo major; & Calor plumbi liqueſcentis octuplo major, & reguli liqueſcentis duodecuplo major; & Calor ordinarius ignis culinaris ſexdecim, vel ſeptemdecim vicibus major, quàm Calor idem corporis humani.

Conſtructa fuit hæc Tabula ope Thermometri & ferri candentis. Per Thermometrum inveni menſuram Calorum omnium uſque ad Calorem, quo ſtamnum funditur, & per ferrum calefactum inveni menſuram reliquorum. Nam, Calor, quem ferrum calefactum corporibus frigidis ſibi contiguis dato tempore communicat, hoc eſt, Calor, quem ferrum dato tempore amittit, eſt ut Calor totus ferri. Ideòque, ſi tempora refrigerii ſumantur æqualia, Calores erunt in ratione geometricâ, & propterea per Tabulam Logarithmorum facilè inveniri poſſunt.

Primùm igitur per Thermometrum ex oleo lini conſtructum inveni, quòd, ſi oleum, ubi Thermometer in nive liqueſcente locabatur, occupabat ſpatium partium 10000; idem oleum Calore primi gradûs, ſeu corporis humani, rarefactum occupabat ſpatium 10256; & Calore aquæ jamjam ebullire incipientis, ſpatium 10705; & Calore aquæ vehementer ebullientis, ſpatium 10725; & Calore ſtamni liquefacti deferventis, ubi incipit rigeſcere & conſiſtentiam amalgamatis induere, ſpatium 11516; & ubi omnino rigeſcit, ſpatium 11496. Igitur oleum rarefactum fuit ac dilatatum in ratione 40 ad 39 per Calorem corporis humani; in ratione 15 ad 14 per Calorem aquæ bullientis; in ratione 15 ad 13 per Calorem ſtamni deferventis, ubi incipit coagulari & rigeſcere; & in ratione 23 ad 20 per Calorem, quo ſtamnum deferviens omnino rigeſcit. Rarefactio aeris æquali Calore fuit decuplo major, quàm rarefactio olei; & rarefactio olei, quaſi quindecim vicibus

major,

Digitized by Google

major, quàm rarefactio ſpiritûs vini. Et, ex his inventis, ponendo Calores olei ipſius rarefactioni proportionales, & pro Calore corporis humani ſcribendo partes 12, prodiit Calor aquæ, ubi incipit ebullire, partium 33; &, ubi vehementiùs ebullit, partium 34; & Calor ſtamni, ubi, vel liqueſcit, vel defervendo incipit rigeſcere & conſiſtentiam amalgamatis induere, prodiit partium 72; &, ubi defervendo rigeſcit & induratur, partium 70. His cognitis, ut reliqua inveſtigarem, calefeci ferrum ſatìs craſſum, donec ſatìs canderet, & ex igne cum forcipe etiam candente exemptum locavi ſtatim in loco frigido, ubi ventus conſtanter ſpirabat, huic imponendo particulas diverſorum Metallorum & aliorum corporum illiquabilium, notavi tempora refrigerii, donec particulæ omnes amiſſâ fluiditate rigeſcerent, & Calor ferri æquaretur Calori corporis humani. Deinde, ponendo quòd exceſſus Calorum ferri, & particularum rigeſcentium, ſupra Calorem atmoſphæræ Thermometro inventum, eſſent in progreſſione geometricâ, ubi tempora ſunt in progreſſione arithmeticâ, Calores omnes innotuere.

Locavi autem ferrum, non in aere tranquillo, ſed in vento uniformiter ſpirante, ut aer à ferro calefactus ſemper abriperetur à vento, & aer frigidus in locum ejus uniformi cum motu ſuccederet. Sic enim aeris partes æquales æqualibus temporibus calefactæ ſunt, & Calorem conceperunt Calori ferri proportionalem. Calores autem ſic inventi eandem habuerunt rationem inter ſe, cum Caloribus per Thermometrum inventis; & propterea rarefactiones olei ipſius Caloribus proportionales eſſe rectè aſſumpſimus.

FINIS.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

005652383

Digitized by Google

Digitized by Google